DIÁLOGO PROFÍCUO ENTRE NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO NA FORMAÇÃO DOCENTE:

IMPACTO DAS EMOÇÕES NA SUBJETIVIDADE HUMANA

Rosa Maria Braga Lopes de Moura

Atena Editora
Ano 2023

DIÁLOGO PROFÍCUO ENTRE NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO NA FORMAÇÃO DOCENTE:

IMPACTO DAS EMOÇÕES NA SUBJETIVIDADE HUMANA

Rosa Maria Braga Lopes de Moura

Atena Editora
Ano 2023

CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS APLICADAS

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Camila Alves de Cremo
Ellen Andressa Kubisty
Luiza Alves Batista
Nataly Evilin Gayde
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

2023 *by Atena Editora*
Copyright © Atena Editora
Copyright do texto © 2023 Os autores
Copyright da edição © 2023 Atena Editora
Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.
Open access publication by Atena Editora

Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva da autora, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos a autora, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial
Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alexandre de Freitas Carneiro – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Ana Maria Aguiar Frias – Universidade de Évora

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva – Universidade de Coimbra
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Caroline Mari de Oliveira Galina – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de LisboaProf. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Profª Drª Geuciane Felipe Guerim Fernandes – Universidade Estadual de Londrina
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadilson Marinho da Silva – Secretaria de Educação de Pernambuco
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Jodeylson Islony de Lima Sobrinho – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Profª Drª Juliana Abonizio – Universidade Federal de Mato Grosso
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Kátia Farias Antero – Faculdade Maurício de Nassau
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal do Paraná
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Lucicleia Barreto Queiroz – Universidade Federal do Acre
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Universidade do Estado de Minas Gerais
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Marianne Sousa Barbosa – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Marcela Mary José da Silva – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pedro Henrique Máximo Pereira – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Federal da Bahia / Universidade de Coimbra
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS APLICADAS

Diálogo profícuo entre neurociências e educação na formação docente: impacto das emoções na subjetividade humana

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Soellen de Britto
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: A autora
Autora: Rosa Maria Braga Lopes de Moura

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M929 Moura, Rosa Maria Braga Lopes de
Diálogo profícuo entre neurociências e educação na formação docente: impacto das emoções na subjetividade humana / Rosa Maria Braga Lopes de Moura. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-1669-2
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.692231707

1. Neurociências. 2. Educação. I. Moura, Rosa Maria Braga Lopes de. II. Título.

CDD 370.1523

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DA AUTORA

A autora desta obra: 1. Atesta não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declara que participou ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certifica que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirma a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhece ter informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autoriza a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Neuroeducação é um campo interdisciplinar que combina neurociências e educação para criar melhores métodos de ensino e currículos. Cada vez mais, os professores querem e precisam saber sobre como os seus alunos aprendem e memorizam as informações ensinadas.

As trocas interdisciplinares envolvendo neurociências e educação fomentam a discussão acerca da integração entre essas duas áreas, com perspectivas que ampliam a compreensão das experiências de aprendizagem e explicam os processos educacionais.

Em termos moleculares, as emoções contam com os neurotransmissores tais como serotonina, dopamina, acetilcolina, adrenalina, noradrenalina, histamina e N-acetil aspartato que ativam comportamentos associados aos comportamentos emocionais.

A representação de uma educação dialógica contrapõe-se com a hierarquização do saber, a fragmentação da prática e a falta de diálogo entre os protagonistas do processo educativo.

Atualmente, as descobertas das neurociências demonstram que as emoções passaram a ser reconhecidas como fundamentais para ensinar e aprender. Desse modo, visto que as práticas são afetadas pelas concepções de aprendizagem e ensino, conhecer o funcionamento do cérebro pode contribuir para a construção de uma proposta que vá ao encontro das suas potencialidades. Quais saberes as neurociências agregaram ao campo educacional? Quais as concepções e procedimentos didáticos as neurociências incitaram no campo educacional? Como os princípios das neurociências podem contribuir para a prática docente?

Diante desses questionamentos, é apresentada a obra intitulada “Diálogo Profícuo entre Neurociências e Educação na Formação Docente: Impacto das Emoções na Subjetividade Humana”. Para tanto, foi realizada a pesquisa qualitativa para favorecer ações continuadas e sistêmicas de cunho formativo com o escopo de subsidiar a organização do trabalho pedagógico num contexto neurocientífico. Assim, a presente obra investigou as contribuições da neurociência afetiva para a formação docente no contexto pós pandêmico.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 11

CAPÍTULO 1 14

COGNIÇÃO E EMOÇÃO: CAMINHOS DA APRENDIZAGEM 14

CAPÍTULO 2 35

NEUROBIOLOGIA DAS EMOÇÕES: EVOLUÇÃO DA ESPÉCIE SAPIENS 35

CAPÍTULO 3 94

FORMAÇÃO DOCENTE: ANÁLISE E DELINEAMENTO DA PESQUISA 94

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 104

REFERÊNCIAS 105

SOBRE A AUTORA 123

INTRODUÇÃO

As neurociências são uma mescla de disciplinas que se ocupam do desenvolvimento químico, estrutural, funcional e patológico do sistema nervoso bem como a sua relação com o comportamento e aprendizagem.

De acordo com Relvas (2012), promover uma visão mais integrada do conhecimento e da atuação humana mediante os processos de aprendizagem, reconhece-se também o componente motivacional: as emoções, como fator fundamental para que a aprendizagem ocorra satisfatoriamente.

Izquierdo (2009) afirma que "somos o que lembramos, somos aquilo que nosso cérebro faz de nós, somos aquilo que ele armazena em seu interior ao longo da vida".

Posteriormente, Izquierdo (2010) verificou que a memória é seletiva e influenciada pela motivação e prazer sendo uma das características mais valorizadas da espécie humana: a capacidade de raciocinar, portanto, a emoção muitas vezes é percebida como uma "anestesia" da razão.

Maturana (2001) já afirmava que não há atividade humana que não esteja sustentada por alguma emoção. Sendo assim, as emoções perpassam de plano essencialmente biológico, para um plano de significado constituído pela cultura.

A integração de conteúdo emocional relacionada aos processos cognitivos ocorre no complexo córtex órbito-frontal (COF) e córtex préfrontal (CPF) ventro medial. As impressões sensoriais convergem, através do COF, para

o CPF ventromedial, de onde a informação sintetizada é levada às regiões do CPF dorsomedial e CPF ínfero-lateral (LEDOUX, 2003),

Segundo a teoria do cérebro trino de MacLean (1990), o cérebro é composto pelo "cérebro reptiliano" conhecido como "cérebro instintivo", responsável pelas sensações primárias como fome, sede entre outras. O cérebro dos mamíferos inferiores denominado 'cérebro emocional' é o segundo nível funcional do sistema nervoso e, além dos componentes do cérebro reptiliano, conta com os núcleos da base do telencéfalo, responsáveis pela motricidade; pelo diencéfalo, constituído pelo tálamo, hipotálamo, epitálamo; giro do cíngulo e hipocampo. Esses últimos componentes são integrantes do sistema límbico, que é responsável por controlar o comportamento emocional dos indivíduos.

De acordo com Piaget (1980), o desenvolvimento intelectual possui dois componentes: o cognitivo e o afetivo.

Damásio (2000) aponta que a emoção exerce influência nos processos mentais; os sistemas cerebrais destinados à emoção estão intrinsecamente ligados aos sistemas destinados à razão; e que a mente não pode ser separada do corpo.

Vygotsky (1998) assevera que "as emoções isolam-se cada vez mais do reino dos instintos e se deslocam para um plano totalmente novo".

Para o autor supracitado, torna-se indispensável dois aspectos fundamentais que se colocam diante do professor: em primeiro lugar, o estudo individual de todas as particularidades de cada educando; e em segundo,

o ajuste individual dos procedimentos de educação e interferência do meio social em cada um deles.

Relvas (2012) ressalta que os estudos das neurociências vêm contribuindo para a práxis em sala de aula, na compreensão das dimensões cognitivas, emocionais e sociais e no redimensionamento do sujeito aprendente.

Lent (2008), assevera que as emoções envolvem uma série de reações químicas e neurais que influenciam os comportamentos.

Diante do exposto, as interações existentes na sala de aula são fundamentais para desencadear as emoções que impulsionarão o aprendizado, já que o aprender precisa ser visto para além dos conteúdos ou das relações cognitivas, mas para as emoções que permeiam as relações entre os envolvidos.

CAPÍTULO 1

COGNIÇÃO E EMOÇÃO: CAMINHOS DA APRENDIZAGEM

O sistema nervoso central reúne as estruturas neurais situadas dentro do crânio e da coluna vertebral. O encéfalo é a parte contida no interior da caixa craniana e medula espinhal, a parte que continua a partir do encéfalo no interior da coluna vertebral. No encéfalo, há dobraduras e saliências, formando diversas subdivisões, originando funções que possibilitam toda a capacidade cognitiva e afetiva dos seres humanos. Esse formato permite reconhecer três partes: o cérebro, constituído por dois hemisférios justapostos e separados por um sulco profundo; o cerebelo, que parece um cérebro em miniatura; e o tronco encefálico, que é a continuação da medula espinhal, (LENT, 2010).

O cérebro é uma superfície enrugada cheia de giros e sulcos, que é o córtex cerebral. Nessa região estão as funções neurais e psíquicas mais complexas, que são divididas em lobos: frontal, parietal, occipital, temporal e insular. O tronco encefálico se divide em mesencéfalo, ponte e bulbo. Nele, emerge a maioria dos nervos cranianos (LENT, 2010).

O lobo frontal nos permite realizar ações motoras simples, planejar objetivos, manter informações acessíveis na nossa mente, chamadas de memória de trabalho. No lobo frontal, há o córtex pré-frontal, parte muito importante do nosso cérebro, que está ligada ao controle motor. Caso ela seja lesionada, pode influenciar traços como nossa personalidade, valores morais, empatia e bom senso

(BRANDÃO, 2004).

O lobo temporal está envolvido com a audição e, também, com o sistema límbico e, na parte posterior, acontece, ainda, a compreensão da linguagem (LENT, 2010).

A ínsula está localizada em uma dobra mais profunda de cada hemisfério, sendo invisível por fora. Ela é o lobo profundo e primitivo, um dos primeiros a ser formado no ser humano (GAZZANIGA, 2007).

Os sulcos e os giros possibilitam aumento da superfície do cérebro, ou seja, a área do córtex cerebral, sem aumento do seu volume. Aproximadamente dois terços do córtex cerebral ficam escondidos entre os sulcos e os giros (LENT, 2010).

Dentre os giros e sulcos do lobo temporal, há dois sulcos que separam três giros: sulco temporal superior e sulco temporal inferior. No sulco temporal superior, especificamente no giro temporal transverso anterior, fica o centro da audição, onde são interpretados todos os estímulos auditivos captados na cóclea que passam pelo trajeto da via auditiva e vão em direção aos neurônios. Na parte inferior do cérebro há o giro occitotemporal medial que, na parte inferior, muda o nome de giro para hipocampal, em que há o corpo amígdalóide e o hipocampo. Ele é responsável por consolidar a memória de curto prazo e, também, é a porta de entrada para o sistema límbico, que elabora todas as emoções e os comportamentos (BRANDÃO, 2004).

O lobo temporal está envolvido com a audição e,

também, com o sistema límbico e, na parte posterior, acontece, ainda, a compreensão da linguagem (LENT, 2010).

Segundo Campbell (2008), o processo fisiológico da audição começa quando as ondas sonoras ocasionam a vibração da membrana timpânica, convertendo as ondas de pressão em energia mecânica, através da movimentação dos ossículos do ouvido médio. A energia mecânica é transformada em energia hidráulica, no líquido coclear do ouvido interno, estimulando as células ciliadas sensoriais da cóclea, a gerar impulsos nervosos que são transmitidos pelas fibras do VIII nervo craniano para os núcleos cocleares, que projetam os impulsos nervosos para múltiplos pontos sinápticos. Os impulsos auditivos seguem até o córtex auditivo primário, na superfície superior do lobo temporal, responsável pela percepção. Uma vez percebidos, seguem para a área de Wernicke (área de associação da linguagem) no hemisfério esquerdo, onde os sinais auditivos são analisados e interpretados em mensagens significativas linguagem-específicas, promovendo a compreensão da linguagem. Nesse lobo se localiza a amígdala que é fortemente ligada às emoções, o hipocampo, que é essencial para formarmos nossa memória e, também, a área de Wernicke, que está relacionada à compreensão da linguagem.

A ínsula está localizada em uma dobra mais profunda de cada hemisfério, sendo invisível por fora. Ela é o lobo profundo e primitivo, um dos primeiros a ser formado no ser humano Insular: responsável pelo paladar e gustação

(GAZZANIGA, 2007).

O lobo frontal tem como função realizar ações motoras, planejar objetivos, manter informações acessíveis na nossa mente, chamadas de memória de trabalho. No lobo frontal, há o córtex pré-frontal que está ligada ao controle motor. Caso ela seja lesionada, pode influenciar traços como nossa personalidade, valores morais, empatia e bom senso (GAZZANIGA, 2007).

Nos giros do lobo frontal inferior encontra-se a área de Broca que controla a expressão da linguagem, o centro cortical da palavra falada. Nela, há um conjunto de neurônios que regulam a expressão da linguagem, tanto a falada quanto a escrita. Outra área relacionada à linguagem, que fica próxima ao final do sulco lateral, é a área de Wernicke, na qual acontece a percepção e a compreensão da linguagem. Já na área de Broca, ocorre a expressão (LENT, 2010).

A língua expressa no discurso tem um papel central no desenvolvimento cognitivo, possibilitando a atividade mental consciente ou deliberada para o planejamento de ações para soluções de tarefas cognitivas. As interações, portanto, são condições indispensáveis para a aquisição da linguagem. (VYGOTSKY, 2000).

A linguagem é revestida de aspectos emocionais com reativação de várias modalidades de memória, como visuais, auditivas e olfativas e depende da integridade de inúmeras outras funções cerebrais, primitivas e filogeneticamente mais evoluídas. Segundo os parâmetros fonológico, morfológico, sintático, semântico e pragmático,

a linguagem pode ser avaliada. Ao avaliá-la, Damásio (2000) considera três sistemas funcionais:

1. Operativo ou instrumental, que corresponde à região ao redor da fissura de Sylvius no hemisfério dominante e onde tem lugar o processamento fonológico.
2. Semântico, que inclui extensas áreas corticais de ambos os hemisférios e governa o significado das palavras.
3. Mediação, que engloba áreas frontais, temporais e parietais que rodeiam o sistema operativo e no qual o léxico se organiza de forma modular.

A relação entre linguagem e funções executivas tem sido valorizada pelo modelo de Memória de Trabalho (MT) auxiliar na atenção seletiva e favorecer a representação mental da informação a ser processada na ausência de inputs perceptuais. O armazenamento da informação na MT é temporário, porém dura o tempo suficiente para que seja manipulada e para que ocorra o processamento cognitivo durante a execução de tarefas (BADDELEY, 2007).

Apesar de ser um modelo de memória, envolve funções executivas por meio de um de seus principais componentes, o executivo central. Este, responsável por gerenciar as interações entre os subsistemas da MT e a Memória de Longo Prazo (MLP), tem uma função complexa que inclui análise das informações oriundas de inputs sensoriais, seleção daquelas relevantes, filtragem, para que possam

ser armazenadas na MLP, e recuperação das informações da MLP, conforme a necessidade (BADDELEY, 2007).

A alça fonológica permite um armazenamento temporário dos sons da linguagem enquanto uma tarefa cognitiva está sendo desenvolvida. Já o bloco visuoespacial exerce um papel na manutenção temporária das letras do alfabeto e de outros símbolos no sistema cognitivo. Além disso, uma alça episódica desempenha um papel em processos linguísticos especialmente no componente semântico da mesma (BADDELEY, 2007).

Vygotsky (2000) entende a linguagem de forma ampla, envolvendo significação, com valor semiótico, que além de ser uma forma de comunicação é também, uma função reguladora do pensamento. A fala, para ele, é a linguagem em ação, a produção linguística do falante no discurso, com conotação de ação envolvendo o contexto, podendo utilizar tanto o canal audiofonatório, quanto o espaço visual.

Na parte inferior do cérebro há o giro occitotemporal medial em que há o corpo amígdalóide e o hipocampo sendo responsável por consolidar a memória de curto prazo sendo a "porta de entrada" para o sistema límbico, que elabora todas as emoções e os comportamentos (BRANDÃO, 2004).

A capacidade de aprender está relacionada à quantidade de sinapses. É o fenômeno da sinaptogênese. Há dois tipos de sinaptogênese. O primeiro ocorre naturalmente e outro que ocorre como resultado da exposição aos estímulos ambientais. Ao primeiro tipo se refere como experiência-expectante de aprendizagem e o

segundo como experiência-dependente de aprendizagem. A aquisição de competências resulta de treino e reforço das conexões neuronais corretas e em outras situações decorre da poda neuronal (LENT, 2010).

A neurogênese, com o surgimento de novos neurônios, diferente do que se pensava, continua por parte da vida adulta. Esta permanente plasticidade do cérebro sugere que ele foi concebido para a aprendizagem e adaptações, que podem provocar modificações em sua estrutura diante de novos desafios. O conceito de neuroplasticidade vem sendo estudado e sua constatação é um novo paradigma. A reorganização do sistema nervoso e a reabilitação de suas funções interferem na história da evolução do ser humano como espécie, em sua filogênese e ontogenia (IZQUIERDO, 2011).

Izquierdo (2011) denomina neuroplasticidade cerebral o conjunto de processos fisiológicos, em nível celular e molecular, que explica a capacidade das células nervosas de mudar suas respostas a determinados estímulos em função da experiência. Estas modificações promovem alterações na eficiência sináptica e podem aumentar ou diminuir a transmissão de impulsos com a consequente modulação do comportamento.

A mielinização tem a sua sequência ordenada, sendo mais intensa no final da gestação e até o segundo ano de vida após o nascimento, perdurando em algumas áreas cerebrais até a terceira e quarta década de vida. É possível que ocorra produção de mielina durante toda a vida, embora numa proporção muito menor. O sistema

nervoso se mieliniza de forma ascendente, do centro para a periferia e das regiões posteriores para as anteriores (COSENZA, 2011).

As funções executivas tornam-se progressivamente conectadas aos domínios do conhecimento para fatos, imagens e palavras. Tudo isso para que o conhecimento tenha propósito, justificativa e aplicabilidade em comportamentos direcionados para uma meta (GAZZANIGA, 2006).

Por outro lado, as alterações nas funções executivas trazem problemas como a avaliação equivocada das consequências, dificuldades em adotar novas condutas, não ser capaz de utilizar estratégias operacionais, pequena flexibilidade cognitiva e comprometimento da produção e da criatividade (COSENZA, 2011).

Dentre as contribuições mais importantes das neurociências para o campo da educação, estão os achados acerca da memória. A formação da memória envolve uma série de alterações bioquímicas em várias áreas do sistema nervoso central (SNC), entre as quais se destaca o hipocampo Os eventos bioquímicos envolvidos na formação da memória incluem a ativação de receptores glutamatérgicos dos tipos N-metil-D-aspartato (NMDA) e metabotrópico (mGluRs). Entre as proteínas cerebrais envolvidas destacam-se a proteína quinase A (PKA), a proteína quinase C (PKC), a proteína quinase dependente de GMPc (PKG) e a calcio-calmodulina quinasa II (IZQUIERDO, 2007).

No processo de aprendizagem, o cérebro tem a função de perceber e processar os estímulos externos

em uma relação direta com o aprender. Nesse sentido, as Neurociências, têm muito a nos ensinar sobre como geramos nossos comportamentos, colaborando para um novo tipo de autoconhecimento. E, ainda, através dela, podemos conhecer as bases biológicas da percepção pessoal, da cognição e do comportamento (GAZZANIGA, 2007).

O glutamato é o neurotransmissor excitatório do sistema nervoso central atuando através dos receptores ionotrópicos associados a canais iônicos permitindo a entrada de cátions na célula, causando uma despolarização de membrana neuronal. O segundo tipo são os receptores NMDA, associados a canais iônicos com grande permeabilidade a íons Ca^{2+}. No potencial de repouso, os receptores NMDA permanecem bloqueados de forma dependente de voltagem por íons Mg^{2+}. Para que os receptores sejam ativados, é necessário que haja uma despolarização de membrana que cause a remoção do Mg^{2+}, e ligação de duas moléculas do agonista endógeno glutamato e do co-agonista glicina a sítios específicos (YERNOOL, 2004).

O sinal para a indução da potenciação de longa duração (LTP) é um rápido aumento na concentração intracelular de Ca^{2+} na porção pós-sináptica. Na camada CA1 do hipocampo, esse aumento é resultado da ativação de receptores NMDA. Em algumas áreas do SNC, a indução da LTP pode ocorrer sem a necessidade da ativação de receptores NMDA. A indução da LTP dependente de NMDA pode ser bloqueada por antagonistas do receptor

NMDA e pelo antagonista de receptores glutamatérgicos metabotrópicos (GREWER, 2005).

"Somos aquilo que lembramos". Essa frase é do pensador italiano Norberto Bobbio e foi citada por Izquierdo (2004, p. 12) para dizer que "nossa forma de pensar, de agir, de planejar e de realizar o futuro depende estritamente daquilo que sabemos, ou seja, daquilo que lembramos." E, se lembramos, é porque aprendemos. Portanto, para entendermos a aprendizagem, precisamos conhecer como funciona a memória.

A definição de memória para Izquierdo (2004) é "a aquisição, conservação e evocação de informações." De acordo com o autor, a aquisição também recebe o nome de aprendizado e as memórias são adquiridas e evocadas a partir de fortes componentes emocionais e sob intensa modulação hormonal. Para que isso aconteça são necessários processos bioquímicos realizados pelo nosso cérebro, a fim de fazer ou evocar memórias.

Ainda conforme Izquierdo (2004), as memórias provêm de experiências ou de insights, por isso, há um número indefinido de memórias. Elas podem ser divididas em tipos de acordo com a duração e com a função. A memória de trabalho, por exemplo, acontece nos neurônios do córtex pré-frontal. Um segundo sistema de memória de trabalho acontece na amígdala e, em alguns casos, o hipocampo também está envolvido.

As memórias declarativas envolvem hipocampo, córtex parietal, entorrinal e cingulado anterior e posterior. As memórias procedurais são processadas inicialmente

pelo hipocampo e, logo a seguir, passam a ser controladas pelo núcleo caudado e suas conexões. As memórias de curta e longa duração são processadas por mecanismos bioquímicos das células do hipocampo, córtex entorrinal e parietal (IZQUIERDO, 2004).

A amígdala tem uma função importante para a memória, "pois modula as memórias mais emocionais ou aversivas ou que necessitam de um grau maior de atenção ou alerta" (IZQUIERDO, 2004). Ela exerce função tanto nas memórias declarativas, quanto nas procedurais. As diversas áreas corticais processam aspectos próprios de cada memória e é difícil estabelecer um papel específico para cada uma das áreas. Porém, a memória visual é processada pelo córtex visual, assim como a memória auditiva pelo córtex auditivo, a olfatória pelo córtex olfatório (IZQUIERDO, 2004). Ao obter uma nova informação, as memórias são evocadas de cada uma dessas áreas, reconfigurando a experiência que está sendo lembrada.

Izquierdo (2004) esclarece que muitas das nossas memórias são remotas e há três razões pelas quais são lembradas. Primeiro, é que aconteceram carregadas de forte carga emocional, tornando-se importantes para nós. Segundo, pois são importantes para o dia a dia, sendo repetidas e usadas várias vezes. A repetição reforça a memória, o que faz com que cada vez mais circuitos nervosos sejam recrutados para reforçar o armazenamento delas. A terceira razão para a preservação das memórias antigas, em detrimento das mais novas, observa-se nos idosos. Por outro lado, esquecer onde colocamos os óculos

ou estacionamos o carro não é consequência de alguma patologia, mas de distrações. Porém, há limite, em cada momento da vida, da quantidade máxima de memórias que um sujeito pode processar. Isso acontece porque o hipocampo, assim como outras regiões do córtex que se associam a ele, é saturável no que se refere à formação e à evocação de memórias.

Segundo o autor supracitado,

> "Uma vez guardadas as informações pertinentes a cada memória, o cérebro pode decidir que elementos de cada um convêm guardar, que é melhor extinguir e quais é melhor esquecer. Ao fazê-lo, o cérebro determina quanto do conteúdo de cada memória queremos ou podemos guardar, e, por último, se vale a pena guardá-lo tal como é ou se vale a pena reprimir sua evocação ou mudar seu conteúdo. Esse processamento posterior das memórias já guardadas pode mudar toda a nossa vida. (IZQUIERDO, 2004, p. 55).

O hipocampo tem condições de formar e evocar novas memórias é através da extinção e da repressão de memórias. A extinção é "um aprendizado novo que se superpõe ao anterior e até certo ponto o substitui" e a repressão é "um mecanismo (IZQUIERDO, 2004). O processo de memorizar é aprender algo novo, por isso, é a base para a aprendizagem. Ao adquirir esse conhecimento, é necessário armazenar a informação no cérebro, ou seja, a consolidação da memória. Antigamente, acreditava-se que havia um único local no cérebro onde a memória

era armazenada que usamos para reduzir ou suprimir memórias que preferimos não lembrar”

Para Kandel (2009, p. 322),

> “O poema está armazenado em vários lugares diferentes. Conforme você o aprende, você visualiza partes dele – partes que provavelmente serão armazenadas em áreas visuais do cérebro. Outras talvez sejam guardadas em regiões ligadas à linguagem, ou nas que lidam com as emoções. Quando você recita o poema, essas diferentes áreas colaboram umas com as outras para formar uma lembrança. Acreditamos que as mesmas áreas responsáveis pelo processamento das informações cuidem das lembranças dessas informações – as áreas visuais são responsáveis pelas memórias visuais, as táteis pelas lembranças táteis e assim por diante. Não há um único centro da memória no cérebro, responsável por armazenar tudo”. (KANDEL, 2009, p. 322).

Desse modo, a evocação ativa as áreas onde foram guardadas inicialmente de forma separada e as agrupam para lembrarmos do poema. Não existe um único centro da memória, pois ela é armazenada de forma fragmentada. Quando necessário relembrar, todas as áreas enviam as informações e todas as partes se unem formando a informação inicial. Isso é a evocação da memória. Izquierdo (2004, p. 9) apresenta

> “Memória é a aquisição, a formação, a conservação e a evocação de informação. A aquisição é também

> chamada de aprendizagem: só se 'grava' aquilo que foi aprendido. A evocação é também chamada de recordação, lembrança, recuperação. Só lembramos aquilo que gravamos, aquilo que foi aprendido". (IZQUIERDO, 2004, p. 9).

A aquisição equivale ao aprendizado de algo novo e envolve diferentes habilidades sensoriais, que são impulsionadas através da nossa atenção. O armazenamento é o segundo passo, quando as informações selecionadas são apreendidas. O armazenamento é processado no hipocampo e enviado ao córtex. Ali, são determinadas quais informações são armazenadas e quais são eliminadas. O terceiro passo é a evocação, que é o acesso às informações que foram armazenadas anteriormente. A evocação é feita pelo lobo frontal (IZQUIERDO, 2011).

Para Izquierdo (2011), a plasticidade neuronal ou sináptica denomina o "conjunto de processos fisiológicos, em nível celular e molecular, que explica a capacidade das células nervosas de mudar suas respostas a determinados estímulos como função da experiência". Para esse pesquisador, a plasticidade se dá através da aprendizagem ou formação de memórias.

A plasticidade neuronal segundo Cosenza (2011, p. 35),

> "é a capacidade de formação de novas sinapses é muito grande, o que é explicável pelo longo período de maturação do cérebro, que se estende até os anos da adolescência". (COSENZA, 2011, p. 35).

Aponta Mora (2004) que memorizar significa possibilitar atividades visuais, sinestésicas, concretas, orais, leituras e envolvimento em práticas; mais memoriza, consequentemente, mais aprende. Assim,

> "a aprendizagem, portanto, é o processo em virtude do qual se associam coisas ou eventos no mundo, graças à qual adquirimos novos conhecimentos. Denominamos memória o processo pelo qual conservamos esses conhecimentos ao longo do tempo. Os processos de aprendizagem e memória modificam o cérebro e a conduta do ser vivo que os experimentam". (MORA, 2004, p. 94).

O aprendizado está, então, diretamente ligado à memória, pois durante o processo de aprendizagem usamos duas partes da memória: a memória de longo prazo e a memória de trabalho. A memória de longo prazo, localizada em todo o córtex cerebral, contém as nossas aprendizagens anteriores. Não temos um neurônio de memória ou uma célula que sirva para armazenar informações. A memória de longo prazo estabelece engramas, que é a "[...] unidade física da memória, de natureza ainda desconhecida, como se fosse o arquivo cerebral correspondente a um fato, pessoa, objeto, história ou qualquer outro item memorizado." (LENT, 2010).

A segunda, corresponde a memória de trabalho no lobo frontal. Frente à memória de longo prazo, a memória de trabalho é bem menor, pois contém as informações de que temos consciência neste momento. Estamos imersos em

ambientes externos, que promovem estímulos através dos sentidos, chamando-nos atenção, que são armazenados na memória de trabalho em forma de informações novas que, por sua vez, evocam informações que já existem na memória de longo prazo e estão relacionadas a essa informação nova (IZQUERDO, 2004).

Ao raciocinar, as informações novas e antigas começam a se conectar trazendo as mais interessantes para a memória de trabalho fortalecendo as conexões. Com mais repetições, as conexões vão se tornando cada vez mais fortes até transformar as informações, que antes eram novas, e passam a fazer parte da memória de longo prazo. A partir de então, a memória de trabalho está pronta para receber novas informações e processar novas aprendizagens. Se essas repetições não acontecerem, a informação será perdida (MORA, 2004).

Sobre as repetições, Izquerdo (2004, p. 102) apresenta que:

> "a repetição é um dos métodos mais adequados para melhorar a memória de algum fato, evento ou habilidade. Não há forma de aprender a nadar, tocar piano ou andar de bicicleta (memórias procedurais) que não envolva a repetição; colocar uma pessoa na água pela primeira vez e pedir que nade, ou em frente a um teclado e pedir que toque tal música, ou que suba na bicicleta e saia pedalando, não existe. Por mais que se explique a lógica subjacente a cada um desses hábitos e se faça raciocinar o sujeito sobre eles, só aprenderão a nadar, a tocar piano e a andar de bicicleta depois de muitas e

> tediosas repetições. O mesmo acontece com muitas memórias declarativas: é impossível aprender a recitar um poema ou a tabuada do sete, ou a cantar a letra de uma música ou a montar um carro, ou a fazer um trabalho qualquer sem repetir e repetir. É impossível ser médico, advogado ou pedreiro sem aprender certas coisas de cor". (IZQUERDO, 2004, p. 102)

De acordo com Lent (2010, p. 594),

> "O processo de aquisição de novas informações que vão ser retidas na memória é chamado aprendizagem. Através dele nos tornamos capazes de orientar o comportamento e o pensamento. Memória, diferentemente, é o processo de arquivamento seletivo dessas informações, pelo qual podemos evocá-las sempre que desejarmos, consciente ou inconscientemente. De certo modo, a memória pode ser vista como o conjunto de processos neurobiológicos e neuropsicológicos que permitem a aprendizagem". (LENT, 2010, p. 594),

A consolidação da memória acontece no hipocampo, que liga as regiões mais desenvolvidas do cérebro, o neocórtex, que precisa ser associado pela memória. Grande parte desse processo acontece durante o sono. Portanto, dormir é essencial para aprendermos algo. A falta de sono, por sua vez, ocasiona o esquecimento de informações que vimos naquele mesmo dia. A criação de novas sinapses, ou seja, a sinaptogênese, é reforçada quando há uma recompensa ou emoção forte envolvida

com o aprendizado (IZQUIERDO, 2004).

Segundo Izquierdo (2010), as emoções e o estado de ânimo interferem na formação e evocação de memórias, e como toda função cognitiva que envolve sinapses, quanto maior o número de estímulos condicionados dessa memória, maior a retenção ou evocação de uma dada informação. Por isso, tendemos a lembrar mais de situações de êxito do que aquelas de medo e stress pois o cérebro está biologicamente programado para prestar maior atenção à informação que tem conteúdo emocional forte. Portanto, para que a aprendizagem ocorra, as emoções são essenciais.

Segundo Vygotsky (1978), o aprendizado humano é de natureza social, parte de um processo em que o indivíduo desenvolve o intelecto, a partir da intelectualidade daquelas que a cercam. Vários processos neurobiológicos são necessários para a aprendizagem e são despertados e desenvolvidos internamente, mas funcionam apenas quando o indivíduo interage em seu ambiente de convívio. Segundo o autor, o input linguístico pode promover e potencializar o aprendizado.

A linguagem organiza os signos em estruturas complexas e desempenha um papel fundamental na construção psicológica humana. Através da linguagem elaboramos conceitos, organizamo-nos, relacionamo-nos e aprendemos, uma vez que as funções mentais superiores são socialmente formadas (VYGOTSKY, 2000).

A análise detalhada do córtex, através de estímulos elétricos (tomografia, radioisótopo) permitiu verificar a

participação do cérebro na linguagem, nas áreas de Wernicke e Brocá (LENT, 2010).

A língua expressa no discurso tem um papel central no desenvolvimento cognitivo, possibilitando a atividade mental consciente ou deliberada para o planejamento de ações para soluções de tarefas cognitivas. As interações, portanto, são condições indispensáveis para a aquisição da linguagem (VYGOTSKY, 1962).

A codificação semântica das informações sensoriais em uma representação significativa se baseia na compreensão do significado das palavras. Buscamos as palavras armazenadas na memória semântica, mas em determinadas situações essa codificação não é possível porque seu significado ainda não existe na memória, a palavra não faz parte do léxico – palavras que constituem o vocabulário (STERNBERG, 2012).

Ainda de acordo com a autora, no processo de compreensão realizamos inferências, nas quais os interlocutores do discurso tentam reconhecer e lidar com suas intenções e conhecimentos mútuos, o que torna possível explicar como os enunciados de um discurso podem comunicar conteúdos explícitos e implícitos. Nesse processo interpretativo, o esforço do processamento, a complexidade linguística e a acessibilidade do contexto são fatores determinantes. O domínio da linguagem pelo receptor da mensagem pode ser fator limitante do ato comunicativo, sendo então a comunicação bem-sucedida ou não, eficiente ou não.

Tardif (2005), lembra que “[...] de fato, embora uma

boa parte das interações professor/aluno aconteça diante de todos e de cada um, elas se desdobram como relações entre duas pessoas". E do ponto de vista da ação comunicativa, os professores são intérpretes do que acontece em aula, dos movimentos dos alunos, de seus progressos e/ou limitações e de suas motivações.

Aprender é uma habilidade que ocorre em decorrência de adaptações do organismo ao desenvolver-se através de interações sociais e ambientais, que são possíveis pela ocorrência de um fenômeno chamado plasticidade neuronal e dos processos mnemônicos. A plasticidade neuronal se caracteriza pela capacidade do organismo em alterar funcionalmente e morfologicamente estruturas em resposta a experiências, drogas, hormônios e lesões. (COSENZA, 2011, p. 36-37). Portanto,

> "é a capacidade de fazer e desfazer ligações entre os neurônios como consequência das interações constantes com o ambiente externo e interno do corpo [...]. A aprendizagem se traduz pela formação e consolidação das ligações entre as células nervosas". (COSENZA, 2011, p. 36-37).

A relação entre cognição e emoção é tão importante que qualquer inadequação é percebida por todos. A expressão adequada é tão importante para a interação social bem-sucedida, que utilizamos como uma das principais formas de comunicação não-verbal.

Nas últimas décadas, com o avanço de técnicas de neuroimagem, o estudo da cognição e emoção tem se

revitalizado e encontra nas neurociências uma abordagem norteadora para testar hipóteses.

CAPÍTULO 2

NEUROBIOLOGIA DAS EMOÇÕES: EVOLUÇÃO DA ESPÉCIE SAPIENS

A descrição neuroanatômica das emoções parte do sistema límbico, o qual consiste em um grupo de estruturas corticais e subcorticais interconectadas dedicadas à associação entre estados viscerais/emoção e cognição/comportamento. Inicialmente, o termo límbico foi introduzido por Thomas Willis (1664) para designar uma borda cortical que circundava o tronco encefálico. Broca (1878) denominou essa borda cortical de lobo límbico, constituído de um anel de córtex filogeneticamente primitivo. Esse anel é formado pelo giro do cíngulo, giro parahipocampal e a formação hipocampal. Broca concluiu que o lobo límbico estava relacionado principalmente com o olfato, sendo uma estrutura comum a todos os cérebros de mamíferos. Entretanto, sua função não estava limitada somente à olfação.

Em estudos posteriores, o papel das estruturas límbicas também se relacionavam com aspectos comportamentais, tais como o controle de interações sociais e de comportamentos, a consolidação de memória e a formação das emoções (MARSHALL, 1998; MEGA et al., 1997).

O conceito de "sistema" ou circuito, em que um conjunto de regiões associadas, tais como córtex cingulado, o hipocampo, o hipotálamo e os núcleos anteriores do tálamo juntamente com o lobo límbico, estariam envolvidas em vários aspectos das emoções, como o sentimento, as

reações comportamentais e os ajustes fisiológicos. Essas regiões eram interconectadas de modo circular e formavam uma rede neural posteriormente conhecida como circuito de Papez (CANTERAS, 2010).

Posteriormente, outras regiões (a amígdala, área septal, núcleo accumbens e o córtex orbitofrontal) foram incluídas nesse circuito, constituindo o sistema límbico. A amígdala, por exemplo, revelou-se uma estrutura de enorme relevância nos processos de iniciação e modulação das emoções. Além disso, outros estudos concluíram também que o córtex orbitofrontal, a ínsula, a amígdala e o lobo temporal anterior formam uma rede fundamental para a emoção e a motivação (LEDOUX, 1991).

O sistema límbico é constituído por um complexo arranjo de estruturas de transição situadas entre o cérebro visceral subcortical e áreas corticais. Essas estruturas são interligadas morfologicamente e funcionalmente e se relacionam com as emoções e as memórias. As estruturas límbicas subcorticais incluem a amígdala, corpos mamilares, hipotálamo, alguns núcleos talâmicos e o núcleo accumbens do corpo estriado ventral. Dessa forma, sugere-se que os neurônios mais superiores parecem iniciar o aprendizado quando os estímulos condicionados e não condicionados são pareados, enquanto as células neurais inferiores medeiam a memória de longo prazo da associação desses estímulos (DAMASIO, 2014).

Assim, a amígdala tem a função de avaliar a carga emocional de um estímulo a fim de determinar se há perigo eminente. Caso algum perigo seja detectado, respostas

comportamentais e fisiológicas são desencadeadas por meio de conexões com o hipotálamo e com o tronco encefálico (LEDOUX, 2005).

Eisenberger (2004) afirma que as representações da dor física, causada por lesão corporal, e da dor social, decorrente da perda dos laços sociais são sobrepostas no córtex cingulado anterior, indicando haver uma possível coincidência de mecanismos cerebrais. Esse sistema seria responsável por detectar prováveis riscos à sobrevivência, bem como recrutar a atenção e promover a aquisição de recursos para minimizar o perigo.

Os circuitos neurais envolvendo o córtex cingulado anterior e também a ínsula, além de constituírem a base para a capacidade de formar representações subjetivas de sentimentos relativos à própria pessoa, funcionam ainda como fundamento para a capacidade de compreender a importância emocional de um determinado estímulo para uma outra pessoa e prever as prováveis consequências (LEDOUX, 2005; DAMASIO, 2014).

Para realizar uma tomada de decisão, há a necessidade de uma regulação da emoção para se obter os resultados que tragam mais benefícios ou aqueles que mais se adequam ao esperado pela sociedade. Pacientes com lesões de córtex pré-frontal ventromedial exibem, geralmente, uma resposta emocional reduzida, bem como redução acentuada das emoções sociais que estão intimamente associadas aos valores morais. Por outro lado, as alterações na regulação das emoções e no raciocínio lógico e conhecimento declarativo de normas

sociais e morais são preservados (DAMÁSIO, 1990).

Particularmente importante é a capacidade de identificação da expressão emocional das faces humanas, pois as emoções básicas são expressas de forma invariável pela nossa espécie. Indivíduos de todas as culturas manifestam da mesma forma as emoções como o medo ou o prazer. A capacidade de identificar as faces humanas já é manifesta nos bebês e continua a aperfeiçoar-se até o final da adolescência, fruto da interação social e do amadurecimento dos circuitos neuronais no cérebro, que a sustentam (ADOLPHS, 2009).

Os seres humanos são muito suscetíveis ao contexto social, às regras, aos padrões e aos valores de outras pessoas que afetam diretamente nosso jeito de pensar, sentir e agir. Indubitavelmente, o conhecimento sobre o comportamento humano favorece nossa cognição social, sendo que aprofunda os processos mentais pelos quais a pessoa compreende a si mesma, aos outros e às situações sociais (GAZZANIGA; HEARTHERTON, 2007).

De acordo com Damásio (1996), o controle homeostático, impulsos e instintos são o cerne da regulação biológica, na qual as emoções e sentimentos também são atuantes. Portanto, percebe-se que a regulação do corpo, a sobrevivência e a mente estão extremamente relacionados. O hipotálamo está localizado acima da hipófise, ocupando uma posição ventral do diencéfalo ao redor do terceiro ventrículo. Pode ser dividido em três zonas longitudinais: periventricular, medial e lateral. A zona periventricular do hipotálamo está envolvida com o

controle do sistema endócrino, por meio da secreção de hormônios pela neurohipófise, tais como o hormônio anti-diurético (ADH) e a ocitocina.

Tendo em vista o papel que os processos emocionais primários exercem no controle do comportamento, é natural que sejamos levados a reconhecer a significação da revolução neurocientífica, graças a qual foi possível especificar os mecanismos cerebrais que são essencialmente efetivos na geração das emoções básicas (PANKSEPP, 2005).

A atenção está interligada a inúmeras operações mentais como: memória, aprendizagem, percepção, compreensão e etc. Apesar disto, muitas vezes a atenção é um recurso subestimado, que passa despercebido, mas pesquisas no campo da ciência cognitiva vêm explorando cada vez mais essa ferramenta (GOLEMAN, 2014).

Atenção, palavra de origem no latim *attendere*, significa "entrar em contato". Portanto, é uma conexão que se faz com o que está ao nosso redor, a qual molda e define nossa experiência, nos dando consciência do mundo (GAZZANIGA, 2006).

Goleman (2014) assevera que as emoções e motivações criam distorções e desvios em nossa atenção que normalmente não percebemos, e não percebemos que não percebemos. Quando somos dominados por fortes emoções, elas guiam nosso foco, fixam nossa atenção no que é mais perturbador e fazendo com que nos esqueçamos do resto. E quanto mais forte a emoção, maior a nossa fixação.

Gazzaniga (2006) expõe que a atenção pode ser medida através do tempo de reação, ou seja, a demora entre o tempo de estímulo e o de resposta; o qual tem início com uma mensagem enviada ao cérebro e termina quando o corpo executa uma resposta ou reação física.

Damásio (2000) expõe que a emoção e os sentimentos constituem a base daquilo que os seres humanos têm descrito há milênios como alma ou espírito humano, portanto, é necessário descobrir a sua função.

As emoções estão ligadas a diferentes e complexas estruturas do sistema nervoso, porém nem todas pertencem ao grupo que compõem esse complexo sistema. A amígdala cerebral está envolvida com o medo, o hipotálamo com agressão e raiva. É difícil definir um sistema de emoção; o que se pode definir é um grupo de estruturas envolvidas com a emoção, dos quais as configurações dessas estruturas variam com a natureza da emoção (RELVAS, 2012).

Atualmente, os cientistas têm adotado a premissa das emoções básicas para investigar diferentes sistemas neurais subjacentes à descrição de estados emocionais ou do humor, assim como as bases neurais e de desenvolvimento da expressão e avaliação faciais (GAZZANIGA, 2006).

Para Gazzaniga (2006), as emoções são eventos psicológicos de experiências introspectivas, caracterizadas pela qualidade, intensidade e sensação, que o inerente prazer ou desprazer provoca à pessoa a agir de maneira característica com mudanças corporais e cognitivas internas e externas.

Na perspectiva de Damásio (2000), as emoções são reações químicas e neuronais complexas que “formam um padrão” regulando o organismo para a manutenção da sobrevivência.

As emoções podem ser classificadas em três grupos: emoções primárias ou básicas, as secundárias e as emoções de fundo. As emoções primárias existem em todas as pessoas, sendo inatas, independem de fatores sociais ou culturais. Já as emoções secundárias recebem influências do contexto social e cultural, sendo aprendidas, muitas vezes chamadas de emoções morais: culpa, vergonha, orgulho. É por meio delas que os seres humanos obedecem às regras de comportamento que a sociedade lhes recomenda em cada local do planeta, e a cada época histórica (LENT, 2010).

Izquierdo (2009) afirma: “Nós, docentes, devemos utilizar todos os novos conhecimentos provenientes das Neurociências e da Psicologia; ao fazê-lo, melhoraremos o ensino, embora não devamos esperar que aquilo que ensinamos fique e sirva sempre”. Assim, as emoções precisam ser levadas em consideração durante o processo de ensino-aprendizagem.

O ambiente educacional precisa estar organizado de maneira que possibilite a mobilização de emoções positivas durante o ato de aprender e de relacionar-se com o outro. O professor como mediador do processo ensino-aprendizagem encontra no cotidiano diversas situações que lhe exigem posições firmes e determinadas. Para o juízo de suas ações, precisa muitas vezes manter

o controle de suas emoções, "[...] decisões de como agir requerem uma análise dos custos e benefícios das opções" (GAZZANIGA, 2006).

Goleman (1995) concorda e caracteriza a inteligência emocional como uma maneira pela qual as pessoas lidam com suas emoções e com as das pessoas ao seu redor, influenciando diretamente diversos aspectos, como: autoconsciência, motivação, persistência, empatia, características sociais e liderança. A inteligência emocional exige cinco competências:

- Conhecer as próprias emoções: Autoconsciência é a pedra fundamental da inteligência emocional. Controlar os sentimentos nos mais variados momentos e situações para melhorar o discernimento emocional e a autocompreensão.

- Administrar as emoções: Lidar com os sentimentos apropriadamente é uma capacidade que nasce do autoconhecimento.

- Motivação: Direcionar as emoções e atenção para determinado objetivo ou de uma meta é essencial para concentrar a atenção e promover realizações.

- Reconhecer as emoções dos outros: A empatia é um atributo que se desenvolve na autoconsciência emocional, base inequívoca para as "aptidões pessoais", despertando a sensibilidade para as necessidades e anseios do próximo.

- Administrar relacionamentos: A arte do relacionamento é, em grande parte, a aptidão de lidar com as emoções

dos outros. Reforçam a popularidade, liderança e eficiência interpessoal.

Maturana (2001) já afirmava que não há atividade humana que não esteja sustentada por alguma emoção. Sendo assim, as emoções perpassam de plano essencialmente biológico, para um plano de significado constituído pela cultura.

Segundo Morin (1979), a complexificação cerebral, ocorrida gradualmente, foi um processo fundamental para a evolução da espécie sapiens. Esse tem um caráter dialético, pois ao mesmo tempo em que a evolução do cérebro produziu o desenvolvimento da cultura, esta estimulou lentamente o desenvolvimento do cérebro facilitando tanto a aptidão para a aprendizagem quanto o desenvolvimento afetivo e cognitivo.

De acordo com Piaget (1980), o desenvolvimento intelectual possui dois componentes: o cognitivo e o afetivo. Conforme Damásio (1996), a emoção exerce influência nos processos mentais ligados aos sistemas destinados à razão e que a mente não pode ser separada do corpo.

As alterações neuropatológicas no hipocampo, amígdala, corpos mamilares, giro anterior do cíngulo e núcleos do septo) atrasam o desenvolvimento maturacional (BAUMAN, 1991).

De acordo com Goleman (1995), é preciso uma "alfabetização emocional. Portanto, ensinar os alunos a reconhecer suas emoções, saber categorizá-las e comunicá-las, fazendo-se entender, ajuda-os a serem os

responsáveis por suas próprias necessidades emocionais.

Goleman (2014) expõe que a empatia é a base da habilidade de relacionar-se. E assim como a autoconsciência, a autogestão e outros recursos mentais, compõem pontos fundamentais da inteligência emocional. A fraqueza desses pontos pode sabotar uma vida ou uma carreira, enquanto a força aumenta a realização e o sucesso.

Segundo Maturana (2001), as emoções são apreciações do observador sobre a dinâmica corporal do outro que especifica um domínio de ação. Todos os espaços de ações humanas fundam-se em emoções. Todo sistema racional se funda na aceitação de certas premissas a priori. Pois então, no espaço das relações humanas temos que olhar as emoções.

O estabelecimento de memórias é favorecido quando associadas às emoções, pois neurônios das áreas que regulam emoções como raiva, medo, ansiedade e prazer, fazem sinapses com áreas importantes para a formação de memórias, "[...] uma pequena excitação pode ajudar no estabelecimento e conservação de uma lembrança" (COSENZA, 2011).

Os estados motivacionais são impulsos internos que nos direcionam a realizar certos ajustes corporais e comportamentais, em alguns casos fazem parte de mecanismos de manutenção de certa constância do meio interno do organismo, sendo essenciais para a sobrevivência do indivíduo (LENT, 2010).

De acordo com Houzel (2005), se devidamente estimulado o processo de exuberância sináptica, teremos

cérebros aptos ao programa de lapidação sináptica que segue na adolescência, fase em que até 30% das sinapses e neurônios desaparecem para dar espaço a uma especialização das áreas e habilidades.

O componente afetivo codifica a valência emocional da experiência dolorosa. A intensidade da experiência afetiva da dor motiva comportamentos de resposta que objetivam a sua redução. Acredita-se que o componente afetivo participe no processamento da dor social. Pesquisas neuropsicológicas e de neuroimagem demonstraram que o componente afetivo da dor física é processado pelo giro do cíngulo anterior dorsal enquanto o componente sensorial da dor é processado pelo córtex somatossensorial primário, secundário e ínsula posterior (EISENBERG, 2012).

Conforme Vygotsky (2004), as interações e emoções que acontecem na relação entre professor e aluno terão influência direta no aprendizado. Dependendo da emoção presente, o aluno pode realizar ou modificar determinado comportamento. Se a emoção for negativa, poderá dificultar o processo de aprendizagem e, em alguns casos, pode fazer com que o aluno desista do que estava sendo proposto ou executado.

Corroborando com o autor supramencionado, Gazzaniga (2007), salienta a importância das emoções que permeiam a dinâmica interpessoal, pois as informações presentes são processadas, inclusive aquelas não verbais, como gestos, expressões faciais bem como movimentos corporais.

Lent (2008), assevera que as emoções envolvem uma

série de reações químicas e neurais que influenciam os comportamentos.

Izquierdo (2009) afirma que “somos o que lembramos, somos aquilo que nosso cérebro faz de nós, somos aquilo que ele armazena em seu interior ao longo da vida”.

As emoções controlam processos motivacionais. A motivação está intimamente ligada, por exemplo, à liberação de dopamina em regiões cerebrais. A dopamina é um neurotransmissor envolvida com uma série de funções como o prazer, a recompensa, a atenção, o humor, a memória, a motivação e a produtividade. A liberação de dopamina no encéfalo é dirigida pelo sistema cerebral de recompensa. Sempre que alcançamos algo que queremos, há a liberação de dopamina, recompensa, a qual possibilitará sentirmos prazer e/ou sensação de bem-estar (COSENZA, 2011).

Segundo Damásio (2011), para que determinada ação seja executada com presteza, tem de haver um incentivo, de modo que, em certas circunstâncias, certos tipos de respostas sejam preferidas em relação a outras. Tendemos a prestar mais atenção e aprender mais sobre eventos que nos despertam emoções do que a eventos que não o fazem.

O autor citado acima aponta que o estado emocional afeta a avaliação sobre as pessoas e objetos, bem como a estimativa do que irá acontecer agregando de todas as respostas constituindo um “estado emocional”. A percepção de tudo o que ocorreu durante a emoção, as ações, as ideias, o modo como as ideias fluem, devagar ou

depressa, ligadas a uma imagem ou rapidamente trocando uma por outra.

Ao vivenciar emoções positivas tem estimulada a formação de memórias, como preconizado pelas neurociências, pois as funções executivas são ativadas mediante envolvimento emocional, executando atividades como controle executivo e inibitório, capacidade de abstração, de atenção, de flexibilidade, de memória de trabalho e de resolução de problemas (IZQUIERDO, 2004; LENT, 2010).

De acordo com Mayberry et al, (2002) o indivíduo percebe e processa essas emoções e estímulos de maneiras diferentes e podemos dizer que essa percepção é ainda mais aguçada o que coloca o professor em atenção sobre o emocionar que permeia a sua sala de aula. Desse modo, as pesquisas em neurociências têm demonstrado como as emoções estão implicadas de forma complexa e, inseparável da cognição.

A "Neurociência Afetiva" investiga as estruturas cerebrais e os circuitos neurais relacionados aos processos emocionais como os neurônios-espelho, memória, linguagem, funções executivas e neuroplasticidade.

As emoções podem ser definidas como tendências para ações, as quais produzem uma cascata de mudanças fisiológicas em resposta a algum "gatilho". As emoções são geradas com a ocorrência de um estímulo relevante para o organismo, preparando tendências de reações comportamentais automatizadas. Assim, muitas das definições de emoções levam em consideração três

características fundamentais: I) tendências de ação; II) reações fisiológicas; e III) experiência subjetiva (DALGLEISH, 2004)

Darwin (1872) em “The expression of emotions in man and animals” inaugurou um campo de pesquisa que busca compreender os papeis adaptativos e funcionais das expressões das emoções (DARWIN, 1874 apud DALGLEISH, 2004).

Papez (1937), enfatizou que as emoções não são funções de determinadas regiões cerebrais, mas de um circuito. Hipotálamo, corpos mamilares, tálamo, córtex cingulado e hipocampo são estruturas interconectadas que, segundo compõem um circuito responsável pela elaboração e expressão emocional.

Damásio (2000), aponta que feedbacks corporais modulam a experiência emocional, denominando tal fenômeno de marcadores somáticos. Os marcadores somáticos são reações fisiológicas, tais como alterações na atividade do sistema nervoso autônomo, que são associadas com a apresentação de estímulos emocionalmente relevantes. Esses marcadores permitem uma decisão rápida quando o processamento lógico não pode ser utilizado ou é insuficiente para a tomada de decisão.

Ainda em Damásio (2000), o córtex pré-frontal (CPF), especialmente o CPF ventromedial é fundamental para o processamento emocional. Contudo, essa hipótese é, em grande parte, baseada apenas em estudos de paciente com lesões, e ainda precisa de confirmações futuras.

A memória emocional é atribuída à atividade de um aglomerado de núcleos subcorticais situados no lobo temporal, que formam o complexo amigdalóide. Coerentemente com o seu papel fundamental na sobrevivência da espécie, tal sistema neural de codificação de memórias com conteúdo emocional parece altamente conservado durante a filogênese dos vertebrados, indo desde o paleocórtex medial até a amígdala (do grego amêndoa) (BROGLIO, 2005).

Conforme a neurociência afetiva, algumas linhas de pesquisa têm estabelecido que a amígdala, estrutura localizada dentro do nosso lobo temporal, como uma das mais importantes regiões cerebrais para as emoções. A amígdala tem um papel chave no processamento emocional e de sinais sociais das emoções e no condicionamento emocional e consolidação de memórias emocionais. Estudos apontam que após uma situação de aprendizado ocorre uma reativação neuronal dependente dessa experiência (PAVLIDES, 1989; RIBEIRO, 2004).

As alterações nas sinapses são responsáveis pela consolidação da memória. Nesse contexto, séries de estimulações de alta frequência em vias excitatórias monossinápticas no hipocampo causam um aumento abrupto e duradouro na eficiência da transmissão sináptica (BLISS, 1973).

Esse efeito é denominado potencialização de longa duração (*long-term potentiation*, LTP) e já foi encontrado em todas as vias excitatórias do hipocampo e em várias outras regiões do cérebro (DOYERE, 1992; YANIV, 2000).

As modificações responsáveis pelo fortalecimento da sinapse e, em última instância, à indução gênica e síntese proteica, processos que embasariam a consolidação e o armazenamento da memória (JODAR, 1995).

A emoção, como expressão dos mecanismos básicos de regulação biológica, não só orientou o desenvolvimento evolutivo da razão humana, como também é determinante para o adequado funcionamento racional de cada indivíduo. A aproximação ou o retraimento, a excitação ou a quiescência de um organismo em relação a um objeto ou situação decorrem da avaliação emocional desta. Desse modo, a reação emocional é uma resposta que busca criar uma situação mais benéfica para o organismo que garanta sua autopreservação. É evidente que a raiva e o medo salvaram numerosas vidas ao longo da evolução. Portanto, a capacidade de formar memórias emocionais, constituindo emoções secundárias, conferiu ampla vantagem aos organismos. Por outro lado, algumas emoções parecem pouco ou nada adaptativas, como, por exemplo, aquelas envolvidas nas fobias e outros distúrbios de medo, devendo-se ressaltar, nesse sentido, que um processamento inadequado das emoções parece ser um aspecto comum à grande maioria dos distúrbios mentais (DOLAN, 2002; DOYERE, 2002; JODAR, 1995; MAREN, 2005; YANIV, 2000).

A amígdala ou complexo amigdaloide é um aglomerado heterogêneo de núcleos neurais localizados no lobo temporal. Considerada o centro emocional cerebral (KLIN, 2006).

Acredita-se que a amígdala desempenhe um papel chave no planejamento comportamental baseado na integração de informação íntero e exteroceptiva (LEDOUX, 1996).

As funções do complexo amigdalóide incluem memória, atenção, interpretação do significado emocional dos estímulos sensoriais e gênese dos aspectos emocionais dos sonhos (AGGLETON, 1993; SCOTT, 1997).

A amígdala desempenha um papel crítico no aprendizado sempre que este envolver o condicionamento a um reforço com valor emocional, independente de se tratar de recompensa ou punição, e estudos em humanos, roedores e primatas não humanos sugerem que a atividade neural nessa estrutura é diferencialmente afetada pela valência emocional do estímulo (PATON, 2006; PAZ, 2006; WILLICK, 1995).

Estudos de atividade neuronal propõem uma correlação entre atividade neuronal na amígdala e outras estruturas, como o córtex orbitofrontal e o córtex piriforme, sugerindo um funcionamento conjunto em processos de aprendizagem (COLLINS, 2001; SCHOENBAUM, 2003).

A ativação da amígdala basolateral aumenta o processamento sensorial durante eventos emocionalmente relevantes demonstrando correlação com a aprendizagem, corroborando a hipótese de que a amígdala exerce um papel de modulação sobre os processos de aquisição e consolidação para informações com conteúdo emocional relevante (PAZ, 2006).

A ativação amigdalar a estímulos com conteúdo

emocional acontece mesmo para aqueles estímulos apresentados por tempo insuficiente para serem registrados pela consciência. Ainda, a ativação da amígdala para o medo não é apenas para expressões faciais, isso também ocorre com vocalizações emocionais de medo (CABRAL, 2016).

Os neurônios que participam das emoções respondem a estímulos negativos e provocam tristeza, angústia, medo e demais emoções com essa valência, enquanto outros respondem a estímulos positivos e provocam sentimentos de amor, amizade e prazer. A cada dia que passa, os neurocientistas descrevem um tipo diferente de neurônio, participante de cada uma das infinitas capacidades que o nosso cérebro nos propicia (LENT, 2010).

As regiões do CPF estão envolvidas em funções como planejamento, tomada de decisão, controle inibitório e atenção. Estudos de metanálise evidenciaram que essas mesmas regiões são ativadas com a exposição de conteúdo emocional. Tais regiões são frequentemente associadas ao controle de impulsos emocionais, podendo inibir a ativação da amigdala e outras estruturas a estímulos emocionalmente relevantes. Alguns pesquisadores sugerem que o CPF ventromedial exerce uma função interoceptiva que seria determinante para a percepção emocional e tomada de decisão. O córtex orbitofrontal seria determinante para percepção de conteúdo emocional, independentemente da valência o estímulo, e para o controle de impulsos, sendo fundamental para o controle top-down das reações emocionais (CABRAL, 2017; LENT, 2010).

Nos achados de Almeida (2015) o giro do cíngulo anterior dorsal desempenha um papel chave no monitoramento e avaliação emocional. Ele integra informações autonômicas, emocionais e atencionais, com intuito de regular os estados emocionais e selecionar a resposta mais adequada e as prioridades sendo um ponto de integração de informações viscerais, atencionais e emocionais, que está crucialmente envolvido na regulação afetiva. Além disso, alguns autores têm sugerido que essa área cerebral é um componente determinante para a experiência emocional consciente e para a representação central da estimulação autonômica. Ele monitora conflitos entre o estado funcional do organismo e qualquer nova informação que tem potencial de consequências afetivas.

O córtex insular é uma região relacionada com a consciência de sensações corporais e com as experiências emocionais. Ela, além de coordenar respostas a estímulos ameaçadores e imprevisíveis, também atua na detecção de nojo e percepção de gostos desagradáveis. Além disso, a ínsula tem um papel de sinalização que alerta o organismo em situações ameaçadoras. A estimulação da ínsula produz sensações consistentes com o nojo e com a consciência de estados corporais (LEDOUX, 1998).

A aprendizagem está relacionada com a memória de longo prazo e a memória de trabalho. A memória de longo prazo, localizada em todo o córtex cerebral, contém as nossas aprendizagens anteriores. Não temos um neurônio de memória ou uma célula que sirva para armazenar informações. A memória de longo prazo estabelece

engramas, que é a "[...] unidade física da memória, de natureza ainda desconhecida, como se fosse o arquivo cerebral correspondente a um fato, pessoa, objeto, história ou qualquer outro item memorizado" (LENT, 2010).

No processo de aprendizagem, o cérebro tem a função de perceber e processar os estímulos externos em uma relação direta com o aprender. Nesse sentido, as neurociências, têm muito a nos ensinar sobre como geramos nossos comportamentos, colaborando para um novo tipo de autoconhecimento. E, ainda, através dela, podemos conhecer as bases biológicas da percepção pessoal, da cognição e do comportamento (IZQUIERDO, 2011).

A formação da memória envolve uma série de alterações bioquímicas em várias áreas do sistema nervoso central (SNC), entre as quais se destaca o hipocampo Os eventos bioquímicos envolvidos na formação da memória incluem a ativação de receptores glutamatérgicos dos tipos N-metil-D-aspartato (NMDA) e metabotrópico (mGluRs) (IZQUIERDO, 2007).

"Somos aquilo que lembramos". Essa frase é do pensador italiano Norberto Bobbio e foi citada por Izquierdo (2004) para dizer que "a forma de pensar, de agir, de planejar e de realizar o futuro depende estritamente daquilo que sabemos, ou seja, daquilo que lembramos." E, se lembramos, é porque aprendemos. Portanto, para entendermos a aprendizagem, precisamos conhecer como funciona a memória.

A definição de memória para Izquierdo (2004) é "a

aquisição, conservação e evocação de informações." De acordo com o autor, a aquisição também recebe o nome de aprendizado e as memórias são adquiridas e evocadas a partir de fortes componentes emocionais e sob intensa modulação hormonal. Para que isso aconteça são necessários processos bioquímicos realizados pelo nosso cérebro, a fim de fazer ou evocar memórias.

Ainda conforme Izquierdo (2004), as memórias provêm de experiências ou de insights, por isso, há um número indefinido de memórias. Elas podem ser divididas em tipos de acordo com a duração e com a função. A memória de trabalho, por exemplo, acontece nos neurônios do córtex pré-frontal. Um segundo sistema de memória de trabalho acontece na amígdala e, em alguns casos, o hipocampo também está envolvido.

As memórias declarativas envolvem hipocampo, córtex parietal, entorrinal e cingulado anterior e posterior. As memórias procedurais são processadas inicialmente pelo hipocampo e, logo a seguir, passam a ser controladas pelo núcleo caudado e suas conexões. As memórias de curta e longa duração são processadas por mecanismos bioquímicos das células do hipocampo, córtex entorrinal e parietal (IZQUIERDO, 2004).

A amígdala tem uma função importante para a memória, "pois modula as memórias mais emocionais ou aversivas ou que necessitam de um grau maior de atenção ou alerta" (IZQUIERDO, 2004). Ela exerce função tanto nas memórias declarativas, quanto nas procedurais. As diversas áreas corticais processam aspectos próprios de

cada memória e é difícil estabelecer um papel específico para cada uma das áreas.

A memória visual é processada pelo córtex visual, assim como a memória auditiva pelo córtex auditivo, a olfatória pelo córtex olfatório (IZQUIERDO, 2004). Ao obter uma nova informação, as memórias são evocadas de cada uma dessas áreas, reconfigurando a experiência que está sendo lembrada.

Izquierdo (2004) esclarece que muitas das nossas memórias são remotas e há três razões pelas quais são lembradas. Primeiro, é que aconteceram carregadas de forte carga emocional, tornando-se importantes para nós. Segundo, pois são importantes para o dia a dia, sendo repetidas e usadas várias vezes. A repetição reforça a memória, o que faz com que cada vez mais circuitos nervosos sejam recrutados para reforçar o armazenamento delas. A terceira razão para a preservação das memórias antigas, em detrimento das mais novas, observa-se nos idosos. Por outro lado, esquecer onde colocamos os óculos ou estacionamos o carro não é consequência de alguma patologia, mas de distrações. Porém, há limite, em cada momento da vida, da quantidade máxima de memórias que um sujeito pode processar.

Segundo o autor supracitado,

> "Uma vez guardadas as informações pertinentes a cada memória, o cérebro pode decidir que elementos de cada um convêm guardar, que é melhor extinguir e quais é melhor esquecer. Ao fazê-lo, o cérebro determina quanto do conteúdo

> de cada memória queremos ou podemos guardar, e, por último, se vale a pena guardá-lo tal como é ou se vale a pena reprimir sua evocação ou mudar seu conteúdo. Esse processamento posterior das memórias já guardadas pode mudar toda a nossa vida. (IZQUIERDO, 2004, p. 55).

O hipocampo tem condições de formar e evocar novas memórias é através da extinção e da repressão de memórias. A extinção é "um aprendizado novo que se superpõe ao anterior e até certo ponto o substitui" e a repressão é "um mecanismo (IZQUIERDO, 2004). O processo de memorizar é aprender algo novo, por isso, é a base para a aprendizagem. Ao adquirir esse conhecimento, é necessário armazenar a informação no cérebro, ou seja, a consolidação da memória. Antigamente, acreditava-se que havia um único local no cérebro onde a memória era armazenada que usamos para reduzir ou suprimir memórias que preferimos não lembrar"

Para Kandel (2009, p. 322),

> "O poema está armazenado em vários lugares diferentes. Conforme você o aprende, você visualiza partes dele – partes que provavelmente serão armazenadas em áreas visuais do cérebro. Outras talvez sejam guardadas em regiões ligadas à linguagem, ou nas que lidam com as emoções. Quando você recita o poema, essas diferentes áreas colaboram umas com as outras para formar uma lembrança. Acreditamos que as mesmas áreas responsáveis pelo processamento das informações cuidem das lembranças dessas informações – as

> áreas visuais são responsáveis pelas memórias visuais, as táteis pelas lembranças táteis e assim por diante. Não há um único centro da memória no cérebro, responsável por armazenar tudo". (KANDEL, 2009, p. 322).

Desse modo, a evocação ativa as áreas onde foram guardadas inicialmente de forma separada e as agrupam para lembrarmos do poema. Não existe um único centro da memória, pois ela é armazenada de forma fragmentada. Quando necessário relembrar, todas as áreas enviam as informações e todas as partes se unem formando a informação inicial. Isso é a evocação da memória. Izquierdo (2004, p. 9) apresenta

> "Memória é a aquisição, a formação, a conservação e a evocação de informação. A aquisição é também chamada de aprendizagem: só se 'grava' aquilo que foi aprendido. A evocação é também chamada de recordação, lembrança, recuperação. Só lembramos aquilo que gravamos, aquilo que foi aprendido". (IZQUIERDO, 2004, p. 9).

A aquisição equivale ao aprendizado de algo novo e envolve diferentes habilidades sensoriais, que são impulsionadas através da nossa atenção. O armazenamento é o segundo passo, quando as informações selecionadas são apreendidas. O armazenamento é processado no hipocampo e enviado ao córtex. Ali, são determinadas quais informações são armazenadas e quais são eliminadas. O

terceiro passo é a evocação, que é o acesso às informações que foram armazenadas anteriormente. A evocação é feita pelo lobo frontal (IZQUIERDO, 2011).

Do ponto de vista das neurociências, três tipos de memória estão envolvidos no aprendizado nas diferentes competências, sendo elas: memória semântica e episódica, memória procedimental e memória emocional. As lembranças que temos dos eventos de nossa vida pessoal, tornam-se possíveis graças à memória episódica, enquanto a memória semântica é encarregada das lembranças que temos das coisas que nos rodeiam (COSENZA, 2011).

Os substratos neurológicos desses tipos de memória são encontrados no hipocampo e no córtex pré-frontal. Se houver ablação dessas estruturas por algum motivo, qualquer pessoa se torna incapaz de adquirir novas cognições, mas seria capaz de realizar ações rotineiras ou repetitivas perfeitamente (COSENZA, 2011).

A aquisição das novas informações que poderão ser retidas na memória é chamada de aprendizagem. Memória é o processo de arquivamento seletivo das informações, que podemos evocar quando desejado, seja de forma consciente ou inconscientemente (LENT, 2011).

O ambiente contribui para modificar a estrutura do sistema nervoso, ou seja, o cérebro responde às atividades promovidas pela ação do ambiente que o atinge. Assim, a capacidade do cérebro de construir novas conexões neurais e modificar suas estruturas é que possibilita o aprendizado durante toda a vida (LENT, 2010).

A neuroplasticidade se caracteriza pela capacidade do

organismo em alterar funcionalmente e morfologicamente estruturas em resposta a experiências, drogas, hormônios e lesões. (COSENZA, 2011). Portanto, é a capacidade de fazer e desfazer ligações entre os neurônios como consequência das interações constantes com o ambiente externo e interno do corpo. Assim, a aprendizagem se traduz pela formação e consolidação das ligações entre as células nervosas.

Para Izquierdo (2011), a neuroplasticidade é o "conjunto de processos fisiológicos, em nível celular e molecular, que explica a capacidade das células nervosas de mudar suas respostas a determinados estímulos como função da experiência". Para esse pesquisador, a plasticidade se dá através da aprendizagem ou formação de memórias.

Frente à memória de longo prazo, a memória de trabalho é bem menor, pois contém as informações de que temos consciência neste momento. Estamos imersos em ambientes externos, que promovem estímulos através dos sentidos, chamando-nos atenção, que são armazenados na memória de trabalho em forma de informações novas que, por sua vez, evocam informações que já existem na memória de longo prazo e estão relacionadas a essa informação nova (IZQUERDO, 2004).

Izquierdo (2004, p. 102) apresenta que:

> "a repetição é um dos métodos mais adequados para melhorar a memória de algum fato, evento ou habilidade. Não há forma de aprender a nadar, tocar piano ou andar de bicicleta (memórias procedurais) que não envolva a repetição; colocar uma pessoa

na água pela primeira vez e pedir que nade, ou em frente a um teclado e pedir que toque tal música, ou que suba na bicicleta e saia pedalando, não existe. Por mais que se explique a lógica subjacente a cada um desses hábitos e se faça raciocinar o sujeito sobre eles, só aprenderão a nadar, a tocar piano e a andar de bicicleta depois de muitas e tediosas repetições. O mesmo acontece com muitas memórias declarativas: é impossível aprender a recitar um poema ou a tabuada do sete, ou a cantar a letra de uma música ou a montar um carro, ou a fazer um trabalho qualquer sem repetir e repetir. É impossível ser médico, advogado ou pedreiro sem aprender certas coisas de cor". (IZQUERDO, 2004, p. 102)

Lent (2010, p. 594),

> "O processo de aquisição de novas informações que vão ser retidas na memória é chamado aprendizagem. Através dele nos tornamos capazes de orientar o comportamento e o pensamento. Memória, diferentemente, é o processo de arquivamento seletivo dessas informações, pelo qual podemos evocá-las sempre que desejarmos, consciente ou inconscientemente. De certo modo, a memória pode ser vista como o conjunto de processos neurobiológicos e neuropsicológicos que permitem a aprendizagem". (LENT, 2010, p. 594),

A consolidação da memória acontece no hipocampo, que liga as regiões mais desenvolvidas do cérebro, o neocórtex, que precisa ser associado pela memória.

Grande parte desse processo acontece durante o sono. Portanto, dormir é essencial para aprendermos algo. A falta de sono, por sua vez, ocasiona o esquecimento de informações que vimos naquele mesmo dia. A criação de novas sinapses, ou seja, a sinaptogênese, é reforçada quando há uma recompensa ou emoção forte envolvida com o aprendizado (IZQUIERDO, 2004).

Segundo Izquierdo (2010), as emoções e o estado de ânimo interferem na formação e evocação de memórias, e como toda função cognitiva que envolve sinapses, quanto maior o número de estímulos condicionados dessa memória, maior a retenção ou evocação de uma dada informação. Por isso, tendemos a lembrar mais de situações de êxito do que aquelas de medo e stress pois o cérebro está biologicamente programado para prestar maior atenção à informação que tem conteúdo emocional forte. Portanto, para que a aprendizagem ocorra, as emoções são essenciais.

Izquierdo (2011) reporta-se à memória como aquisição, formação, conservação e evocação de informações. A aquisição é também chamada de aprendizado ou aprendizagem: só "grava" aquilo que foi aprendido. A evocação é também chamada de recordação, lembrança, recuperação. Só lembramos aquilo que gravamos, o que foi aprendido.

De acordo com Brandão (2004), de maneira geral, os mecanismos cerebrais da memória e aprendizagem estão também associados aos processos neurais responsáveis pela atenção, percepção, motivação, pensamento e outros

processos neuropsicológicos, de forma que perturbações em qualquer um deles tendem a afetar, indiretamente, a aprendizagem e a memória.

Segundo Damásio (2011), a capacidade de manobrar o complexo mundo a nossa volta depende dessa faculdade de aprender e evocar - reconhecemos pessoas e lugares só porque fazemos registros de sua aparência e trazemos parte desses registros de volta no momento certo.

De acordo com Gazzaniga (2006), o aprendizado e a memória podem ser subdivididos, hipoteticamente, nos principais estágios: codificação, armazenamento e vocação. A codificação refere-se ao processamento da nova informação a ser armazenada. A codificação envolve duas fases: aquisição e consolidação. A aquisição registra as informações em arquivos sensoriais e estágios de análise sensorial, enquanto a consolidação cria uma forte representação da informação através do tempo. O armazenamento, resultado da aquisição e da consolidação, cria e mantém um registro permanente. Já a evocação utiliza a informação armazenada para criar uma representação consciente ou para executar um comportamento aprendido como um ato motor.

A memória humana é o princípio gerador da aprendizagem, sem a qual não poderíamos construir novos conhecimentos e nem ter acesso ao que foi aprendido. A memória influencia inúmeros processos mentais complexos como a escrita, a linguagem, imaginação e a inteligência. Denominamos memória o processo pelo qual conservamos esses conhecimentos ao longo do tempo.

Uma das definições correntes indica que a aprendizagem corresponde à aquisição de novos conhecimentos do meio e, como resultado desta experiência, ocorre a modificação do comportamento, enquanto que a memória é a retenção deste conhecimento". Ressaltamos que os processos de aprendizagem e memória modificam o cérebro e a conduta do ser vivo (GAZZANIGA, 2006).

Na avaliação de Damásio (2011) é possível pois "[...] o cérebro retém uma memória do que ocorreu durante uma interação, e essa interação inclui fundamentalmente nosso passado, e até, muitas vezes, o passado de nossa espécie biológica e de nossa cultura". O conjunto de nossas memórias faz com que cada sujeito seja o que é, no singular, dotado de individualidade. Sendo assim, o acervo de nossas memórias determina nossa personalidade.

Como enfatiza Izquierdo (2011), é a memória que nos individualiza, porque nossas lembranças são moduladas pela emoção, pelo nível de consciência e pelos estados de ânimo. O mesmo autor, já mencionava que a memória determina a individualidade como pessoa e como povo, pois: eu sou quem sou porque me recordo de quem sou.

A habilidade de aprender e de lembrar informações a respeito do mundo ao nosso redor e de nossas experiências que nele ocorrem é uma habilidade cognitiva fundamental que possuímos. Incrivelmente, armazenamos milhões de informações, algumas vezes com facilidade, outras vezes com muito esforço (GAZZANIGA, 2006).

Na compreensão de Gazzaniga (2006), uma tendência dominante na neurociência cognitiva tem sido

o reconhecimento da existência de múltiplos sistemas de memória. A memória é dividida em memória sensorial, memória a curto prazo e memória a longo prazo. O processamento da informação ocorreria da seguinte forma: primeiramente, a informação seria recebida na memória sensorial, sendo mantida durante alguns segundos, após o desaparecimento do estímulo. Então, seguiria para a memória de curto prazo, que faria a retenção de parte da informação por cerca de um minuto. A seguir, a informação seria ou esquecida ou processada, através de uma recapitulação, passando em seguida à memória de longo prazo, onde se tornaria permanente.

De acordo com Cosenza e Guerra (2011), a forma tradicional de classificar a memória leva em conta a sua duração. Por essa classificação, haveria uma memória de curto prazo ou de curta duração encarregada de armazenar acontecimentos recentes, e uma memória de longo prazo ou de longa duração responsável pelo registro de nossas lembranças permanentes.

Segundo Izquierdo (2011), a classificação das memórias pode ocorrer com base em três aspectos: I - função; II - tempo de duração; III - conteúdo. O primeiro aspecto corresponde a memória de trabalho. No segundo aspecto, estão as memórias de curta duração e as memórias de longa duração. Já no terceiro aspecto, estão os tipos de memórias declarativas e procedural ou de procedimentos. Os traços a serem armazenados são inicialmente recebidos pela memória sensorial ou memória imediata que ocorre em uma fração de segundo. A partir daí,

após verbalização, eles são transferidos para a memória primária que representa a memória de curto prazo.

O estudo da memória constitui-se em um processo complexo e com desencontros de informações, que o revela como um campo de incertezas. Encontramos claramente algumas variações com relação à existência de nomenclaturas relativas às divisões da memória. Visando uma descrição sistêmica sobre o funcionamento das memórias e uma melhor compreensão sobre as mesmas, detalharemos com maior profundidade as divisões da memória quanto ao tempo de duração, de acordo com Gazzaniga (2006) e Izquierdo (2011).

Para estes autores, as memórias estão subdivididas em três grupos: a memória de trabalho, a memória de curta duração e a memória de longa duração. A memória sensorial é uma forma de memória automática que não depende do campo da consciência e cuja forma de representação é sensorial. A característica principal dos traços da memória sensorial é que ela decai rapidamente em uma representação da informação com base em sensações.

O traço sensorial consecutivo da memória sensorial é muito breve, experimentos fixam seu limite de permanência no receptor em até 250 milésimos de segundo. Todos os órgãos sensoriais a registram, mas estima-se que ela dura algumas centenas de milissegundos para o sistema visual (memória icônica) e cerca de dois ou três segundos para o sistema auditivo (memória ecóica).

A codificação da informação dessa memória é

semelhante à da experiência sensorial original da qual oferece uma representação fiel. Se a informação acolhida por esta memória não for processada, perde-se imediatamente, mas se processada passa à memória de curto prazo, para isso faz-se necessária a condição de prestar a atenção à informação. Assim, haverá aprendizagem significativa se o aluno chegar à compreensão da associação entre o novo e o que já se sabia. Na memória de trabalho, a aquisição de conhecimento precisa de um tempo. O tempo que uma informação leva para ser armazenada na memória de longo prazo é cerca de dez segundos, portanto, em um minuto armazenam-se em média seis elementos.

Em uma aula expositiva o professor profere 150 palavras por minuto, se cada ideia, proposição dita por ele tem em torno de cinco palavras, a cada minuto o aluno recebe trinta proposições. Supondo que muitas dessas informações já são de conhecimento do aluno, servindo agora apenas como um contexto para entender as novas informações e que assim apenas quinze ideias por minuto sejam novas para o aluno, este ainda terá dificuldade de guardá-las, pois a capacidade de processá-las que possui é de apenas seis por minuto (LENT, 2010).

Conforme Izquierdo (2013), a memória de trabalho é um tipo de memória crucial tanto no momento da aquisição quanto no momento da evocação de toda e qualquer memória. Essa forma de memória é sustentada pela atividade elétrica de neurônios do córtex pré-frontal, em rede via córtex entorrinal com o hipocampo e a amígdala, durante a percepção, a aquisição ou a evocação. A

memória de trabalho dura segundos e não deixa traços: depende exclusivamente da atividade neuronal on-line. Um exemplo é a terceira palavra da frase anterior: durou 2 ou 3 segundos, para dar sentido à frase e conectá-la com a seguinte, mas já desapareceu de nossa memória para sempre.

Segundo Izquierdo (2011), o conteúdo da memória de trabalho terá apenas um entre três destinos possíveis: ou serão repetidos (e assim permaneceram mantidos por mais tempo nesse sistema), ou serão processados, passando para a memória de longa duração, ou serão imediatamente perdidos. As informações aqui depositadas e tidas como não importantes são perdidas temporariamente ou para sempre. Já o processo de repetição, ou alguma forma de uso, as mantêm ativas na memória de trabalho. A memória de trabalho é essencial para que possamos resolver situações como, por exemplo: cálculos mentais, realizar atividades rotineiras e lembrar-nos das atividades a cumprir. É, portanto, responsável por acionar recursos cognitivos presentes na memória de curto prazo e na memória de longo prazo para a execução de múltiplas tarefas as quais nos deparamos cotidianamente.

Para Izquierdo (2011) a memória de longo prazo é distinta da memória de curto prazo e da memória de trabalho, pois possui enorme capacidade de armazenamento, sendo seu esgotamento ainda desconhecido. A informação precisa ser ensaiada, repetida para se manter na memória de curta duração, ela precisa ser elaborada para ir para a memória de longa duração, isto é, precisa ser classificada,

organizada, conectada e armazenada com a informação que já existe na memória de longa duração.

O processo de aquisição das novas informações que vão ser retidas na memória é chamado aprendizagem. Através dele nos tornamos capazes de orientar o comportamento e o pensamento. Já a memória, diferentemente, é o processo de arquivamento seletivo dessas informações, pelo qual podemos evocá-las sempre que desejamos, consciente ou inconscientemente (LENT, 2010).

A sequência dos processos moleculares subjacentes à formação de memórias no hipocampo envolve a ativação de numerosas enzimas que regulam a atividade de proteínas preexistentes, e a produção por elas de ativação gênica e síntese proteica. Muitas das proteínas sintetizadas no hipocampo na formação de memórias se incorporam às sinapses das células hipocampais com as de outras regiões e alteram sua função. Outras regulam esses processos (IZQUIERDO, 2013).

Lent (2008) diferencia a memória de curta duração, que permanece ativa de 30 minutos a 6 horas, da memória de longo prazo que, após uma sequência de eventos bioquímicos, é consolidada e pode ser evocada depois de muitas horas, dias ou anos. Esse intervalo, portanto, foi fundamental para identificar os processos de auto reorganização mental e autopercepção dos professores sobre a sua prática.

Há dois tipos principais de distrações: sensorial e emocional. Podemos aqui lembrar que nosso encéfalo prestará mais atenção a informações com forte conteúdo

emocional. E também, que embora assim haja maiores chances de armazenamento e evocação da informação, isso não garante uma perfeita recordação posterior, pois como estuda Izquierdo (2011), até as melhores memórias possuem certo grau de extinção de informações.

Lent (2010) explica que o ciclo vigília-sono é uma oscilação do nível de atividade do sistema nervoso, sendo maior no estado de vigília e menor durante o estado de sono. É durante o sono que nossos músculos repousam, entramos em estado inconsciente e o organismo funciona de forma mais lenta, mas a atividade neural não deixa de existir.

O sono é importante para a aprendizagem. É durante o sono que os mecanismos eletrofisiológicos e moleculares envolvidos na formação de sinapses mais estáveis estão em funcionamento. É como se o cérebro, durante o sono, passasse a limpo as experiências vividas e as informações recebidas durante o período de vigília, tornando mais estáveis e definitivas aquelas que são mais significativas (COSENZA, 2011).

Para Lent (2010), o sono é essencial para que informações que estão na estrutura do hipocampo passem para o córtex, o qual é responsável por movimentos corporais e pela realização de atividades intelectuais. Além de permitir que memórias não sejam simplesmente esquecidas, o sono torna essas memórias mais acessíveis. As hipóteses mais consistentes hoje são as seguintes: a conservação e a restauração do armazenamento de energia do organismo, a termorregulação cerebral, a desintoxicação

do cérebro, os processos de “restauração” dos tecidos corporais, a plasticidade cerebral durante a ontogenia e a consolidação dos processos de aprendizagem e memória.

A região pré-frontal é responsável pelo planejamento, pela coordenação entre a percepção e organização de diferentes movimentos, isto é, a partir de informações emocionais, atencionais e mnemônicas recebidas do sistema límbico ou do cerebelo e das regiões posteriores sensoriais. Essa região faz um planejamento de ações complexas, soluciona problemas propostos pelo ambiente, organiza e desencadeia as respostas motoras. Assim, para a realização de tarefas diárias e para um adequado convívio social, as FE devem necessariamente estar íntegras, pois a identificação de respostas alternativas para a resolução de problemas reflete na adaptação ambiental do indivíduo (LENT, 2010).

A superfície superior do lobo temporal é responsável pela percepção. Uma vez percebidos, seguem para a área de Wernicke no hemisfério esquerdo promovendo a compreensão da linguagem. Nesse lobo se localiza a amígdala que é fortemente ligada às emoções, o hipocampo, que é essencial para formação da memória e, também, a área de Wernicke, que está relacionada à compreensão da linguagem. A linguagem é revestida de aspectos emocionais de várias modalidades de memória e depende da integridade de inúmeras outras funções cerebrais primitivas e filogeneticamente mais evoluídas (DEHAENE, 2012).

Fuster (1997) elaborou um modelo anatomofisiológica

de regiões implicadas no processamento cognitivo. As áreas pré-frontais, são subdivididas em três porções anatomofuncionais distintas: dorsolateral, ventromedial e orbitofrontal. A região dorsolateral está envolvida em processos "racionais", responsável pela mediação de funções de resolução de problemas, abstração, memória de trabalho e raciocínio, entre outras. As áreas ventromediais e orbitofrontais apresentam funções "límbicas" ou subjetivas: as porções ventromediais estão relacionadas à iniciativa e à motivação, enquanto as orbitofrontais estão envolvidas no comportamento emocional e na estrutura de personalidade.

Em se tratando de processos executivos, o córtex pré-frontal recebe informações perceptuais oriundas de áreas posteriores do encéfalo e utiliza esses dados no planejamento e na execução de uma determinada ação em resposta aos inputs sensoriais - ação essa que pode assumir a forma de resposta motora ou linguagem (FUSTER, 2004).

A codificação semântica é a tradução das informações sensoriais em uma representação significativa baseada na compreensão do significado das palavras. Buscamos as palavras armazenadas na memória semântica, mas em determinadas situações essa codificação não é possível porque seu significado ainda não existe na memória, a palavra não faz parte do léxico – palavras que constituem o vocabulário (DEHAENE, 2012).

Squire (2003) assevera que a importância que atribuímos ao fato, o grau em que podemos organizar e

relacionar com o conhecimento que tínhamos e a facilidade com que podemos relembrar o material são fatores que determinam se aquilo que é percebido será ou não lembrado depois. Nesse viés de pensamento, desconsiderar as condições interpretativas dos estudantes é um equívoco, pois limita as possibilidades de diálogo e de compreensão, de ensino e aprendizagem.

A neuroplasticidade é a capacidade do organismo em adaptar-se às mudanças ambientais externas e internas, graças à ação sinérgica de diferentes órgãos, coordenados pelo sistema nervoso central (SNC). Na investigação das relações entre neuroplasticidade, neurônios-espelho, linguagem e funções executivas verificam-se diferentes níveis de análise, incluindo desde a análise de respostas específicas que são aprendidas e memorizadas, até a avaliação de padrões comportamentais mais complexos, envolvidos na recuperação de função (PHELPS, 1990).

A linguagem é um sistema simbólico indispensável para vida social, organiza os signos em estruturas complexas e desempenha um papel fundamental na construção psicológica humana. Através da linguagem elaboramos conceitos, organizamo-nos, relacionamo-nos e aprendemos, uma vez que as funções mentais superiores são socialmente formadas (VYGOTSKY, 2004).

O conjunto de processos cognitivos envolvidos nas funções executivas é dependente tanto da neuroplasticidade quanto da linguagem. De uma forma análoga, a comunicação por meio da linguagem só parece possível quando se conhece que há uma intencionalidade

própria e, de forma mais aprimorada, a linguagem torna-se mais eficaz (LURIA, 1970).

Damásio (1996) propôs a "Hipótese do Marcador Somático", que busca a inter-relação entre o córtex orbitofrontal, o giro do cíngulo anterior e a amígdala na capacidade de decidir e a função social. Assim, o modelo proposto argumenta que os estados somáticos afetivos, associados aos resultados antes da decisão, seriam utilizados na orientação de decisões futuras.

Os neurônios- espelho foram associados a imitação, teoria da mente e aprendizado de novas habilidades (RIZZOLATTI, 2006). As emoções podem ser espelhadas pois, as células refletem a expressão do sentimento que pode estar por trás das lágrimas e trazem de volta a lembrança de momentos que já vivenciamos. A essa capacidade dá-se o nome de empatia, uma das chaves para decifrar o comportamento e a socialização do ser humano. Essas células também refletem uma série de elementos da comunicação não verbal, como por exemplo, pequenas mudanças na face e no tom de voz que auxiliam para compreender o que o outro está pensando ou sentindo (RIZZOLATTI,1998).

Em respeito à etimologia e às diferentes reações físicas e mentais que produzem, o afeto é definido como sendo um conjunto de fenômenos psíquicos que se manifestam sob a forma de emoções, sentimentos ou paixões, acompanhadas sempre dá impressão de prazer ou dor, de satisfação ou insatisfação, agrado ou desagrado, alegria ou tristeza. Assim sendo, a imitação e a empatia são funções

atribuídas aos neurônios-espelho (RAMACHANDRAN, 2014).

Maturana (2001) já afirmava que não há atividade humana que não esteja sustentada por alguma emoção. Sendo assim, as emoções perpassam de plano essencialmente biológico, para um plano de significado constituído pela cultura.

A complexificação cerebral, ocorrida gradualmente, foi um processo fundamental para a evolução da espécie humana. Essa tem um caráter dialético, pois ao mesmo tempo em que a evolução do cérebro produziu o desenvolvimento da cultura, está estimulou lentamente o desenvolvimento do cérebro, facilitando tanto a aptidão para aprendizagem quanto o desenvolvimento afetivo e cognitivo (PÓVOA & CALLEGARO, 2005).

Segundo LeDoux, (2003), a integração de conteúdo emocional relacionada aos processos cognitivos ocorre no complexo córtex órbito-frontal (COF) e córtex pré-frontal (CPF) ventromedial. As impressões sensoriais convergem, através do COF, para o CPF ventromedial, de onde a informação sintetizada é levada às regiões do CPF dorsomedial e CPF ínfero-lateral.

Conforme Damásio (2000) há três níveis de emoção, classificados em primário, secundário e de fundo. As emoções primárias, também denominadas emoções básicas, são alegria, tristeza, medo, raiva, surpresa e repugnância. As emoções secundárias ou sociais incluem embaraço, ciúme, culpa e orgulho. E as emoções de fundo são bem ou mal-estar, calma ou tensão. Segundo

o autor, as emoções exercem influência nos processos mentais; os sistemas cerebrais destinados à emoção estão intrinsecamente ligados aos sistemas destinados à razão; e que a mente não pode ser separada do corpo.

A sobrevivência dos seres humanos é o fato de sermos capazes de nos organizar socialmente, e isso só é possível porque entendemos a ação de outras pessoas. Além disso, também somos capazes de aprender através da imitação e essa faculdade é a base da cultura humana (RAMACHANDRAN, 2006; RIZZOLATTI, 2006).

Segundo Rizzolatti (1998), a área de Broca não está somente envolvida com o processamento da linguagem oral e do significado de gestos linguísticos. A homologia proposta entre a área de Broca e a área F5 dos macacos, junto com a comprovação recente da participação da área de Broca no SNE sugere que os neurônios-espelho podem ter contribuído para a gênese da linguagem humana.

As percepções dos atos motores pelos neurônios-espelho e o reconhecimento das reações emocionais dos outros aparentemente são integradas, o que permite ao cérebro interpretar a intenção alheia, tendo, então, condições de selecionar o comportamento para emitir. A emoção, representada principalmente pela expressão facial, cuja configuração é comum a todos os seres humanos, pode ativar os neurônios-espelho do córtex pré-motor. Esses neurônios levariam uma “cópia” do seu padrão de ativação à área somatossensorial e à ínsula, ativando-as, analogamente com o que ocorre quando o observador espontaneamente expressa uma emoção.

Essa poderia ser uma raiz biológica do entendimento das reações emocionais dos outros, a empatia (RIZZOLATTI, 2008).

Segundo Caminha et al (2011), o desenvolvimento a valência afetiva atribuída ao comportamento do outro acaba por definir alguns padrões do processamento cognitivo. Essa valência é atribuída pela observação do comportamento alheio, que pode passar pelo crivo dos neurônios-espelho, pois a identificação dessa intencionalidade do ato é processada por esse grupo de neurônios. Do ponto de vista do desenvolvimento da pessoa, as crianças elegem como modelos pessoas cujos vínculos afetivos são mais estreitos. Assim, indícios com maiores habilidades interpessoais tendem a ser mais efetivas em assumir o ponto de vista de outra pessoa e em distinguir emoções reais e dissimuladas, além de apresentar maior habilidade em linguagem e em reconhecer crenças falsas.

A ativação dos neurônios-espelho não é o único mecanismo biológico que o cérebro tem para entender as intenções inerentes nas ações dos outros, entretanto permite um entendimento do comportamento do outro a partir da emulação do comportamento. Portanto, os neurônios espelho representam parte do processo de empatia, podendo ser vistos como uma espécie de indicador biológico da competência social do indivíduo (RIZZOLATTI, 2008).

Os neurocientistas acreditam que o aparecimento e o aprimoramento dos neurônios- espelho propiciaram o desenvolvimento de funções importantes como linguagem,

imitação, aprendizado e cultura (RIZZOLATTI, 2006).

Os grandes avanços das neurociências que ocorreram a partir da década de 1990, denominada “década do cérebro”, responderam a vários enigmas e propuseram outros, revelando a complexidade da relação cérebro e comportamento. Esses conhecimentos esclareceram o funcionamento de funções básicas do cérebro (como a percepção, a atenção e a memória) e, recentemente, possibilitaram a compreensão de interações sociais mais complexas, como o processo de aprendizagem pela imitação, os mecanismos que levam à confiança, e a empatia (FRITH, 2012).

A descoberta dos neurônios-espelho em macacos e, posteriormente, em seres humanos é uma possibilidade para a compreensão das bases biológicas de nossas habilidades de relacionamento interpessoal (RIZZOLATTI, 2013).

Tem sido apontado que esse agrupamento de neurônios está intimamente relacionado com o comportamento de imitação e há cada vez mais evidências de que esteja também relacionado com fenômenos afetivos complexos, como a empatia (CORRADINI, 2013).

Diante do exposto, os neurônios espelho não lidam apenas com conteúdos relacionados com padrões motores ou visuais, mas também com conteúdo abstrato, tanto no que se refere a modalidade sensorial de contingência quanto em termos de elementos de natureza não presente ou abstrata, que se relacionam em termos de aprendizagem, com intencionalidade, uma realidade na

qual a compreensão dos motivos dos demais desempenha um papel muito importante.

A proximidade com sistemas frontoparietais que suportam vários tipos de integração sensório-motora sugere que a codificação da ação implementada no sistema de neurônios espelho está associada a alguma forma de integração sensorial. A imitação é uma das muitas formas desse tipo de integração.

Nos achados de Hamilton (2006), as técnicas de supressão neuronal, dissociam o processamento de alto alcance do processamento meramente cinemático. O autor observou que a identificação objeto-meta foi computada no sulco intraparietal anterior. Por outro lado, esta dissociação envolve uma análise das consequências esperadas da ação, que apresenta um nível de hierarquia maior do que o anterior.

Posteriormente, Hamilton (2007) assevera que existe uma lateralização do sistema que computa as consequências da ação. Através desse estudo, eles descobriram que as consequências de uma ação observada são processadas no giro frontal inferior e no lobo parietal inferior direito, bem como no sulco pós-central esquerdo e no sulco anterior intraparietal esquerdo. O processamento de alto nível, definido por uma análise das metas, se realiza em um sistema que envolve duas áreas do hemisfério direito: o lobo intraparietal e o giro frontal inferior. Nesse processamento de metas, os objetos-meta também são processados lateralmente no córtex parietal inferior esquerdo.

Newman et al (2003), o planejamento de movimentos

simples ocorre no córtex motor e pré-motor, bem como no córtex parietal inferior esquerdo. No entanto, parece que o lobo parietal inferior direito está envolvido nos comportamentos complexos que requerem vários passos.

Na tarefa de imitar o movimento dos dedos, o pesquisador identificou o aumento da atividade do córtex parietal posterior rostral e no giro frontal inferior, zonas próximas à área de Broca, sugerindo o envolvimento dessas áreas espelho em um mecanismo de aquisição de linguagem de tipo filogenético (IACOBONI, 2006).

A partir da teoria da expressão semântica, a qual propõe que a linguagem é aprendida a partir da teoria motora da percepção do discurso, a qual propõe que o objetivo da análise do discurso são expressões faciais associadas aos sons, muito mais do que os próprios sons; descobriu-se que durante a percepção do discurso, são ativadas as áreas motoras da fala, as quais coincidem com o sistema de neurônios- espelho.

Além disso, descobriu-se que o processamento de material linguístico produz ativação motora, e que a atividade neuronal produzida pelo processamento de material linguístico relacionado com partes e ações do corpo, ativa as áreas somatotípicas do cérebro relacionadas com a leitura.

A ínsula funciona como um ponto de comunicação entre o sistema límbico e a ativação cortical somatotípica associada à dor, tanto própria quanto alheia constituindo a base evolutiva da empatia sendo necessário a participação da amígdala para a ativação emocional.

A área de expressão emocional baseada em esquemas corporais está composta por duas estruturas: primeiro a ínsula, que, como já foi dito, é o centro de integração da informação interoceptiva; por outro lado, encontramos o córtex cingulado, que se subdivide da seguinte forma: em contraste com a divisão clássica entre processos cognitivos e emocionais do córtex cingulado (POSNER et al., 2007).

Recentemente foi comprovado que existe uma divisão em termos de expressão emocional no córtex cingulado anterior dorsal, e uma função regulatória das emoções no córtex cingulado anterior (ETKIN et al., 2010).

O lobo frontal tem a função de reconhecer o comportamento observado e o suposto estado mental; e o córtex motor, o parietal e o sulco temporal superior se encarregam de integrar informações visuais e esquemas motores armazenados. Desse modo, os neurônios- espelho assumem um papel básico em comportamentos empáticos, como por exemplo adotar gestos faciais e posturas em comportamentos imitativos interativos, juntamente com o envolvimento emocional.

Jackson et al (2005), a empatia não é um processo unívoco. Embora existam evidências de que ao observar o castigo alheio, produz-se uma ativação na amígdala, no córtex cingulado anterior e na ínsula. Além do tálamo e do cerebelo provavelmente o processo completo vai depender de uma rede de grande escala, com áreas de alto processamento, influenciando ou provocando respostas emocionais.

A empatia recebe o suporte dos neurônios-espelho,

sistema límbico e ínsula, Dentro dessa rede, os neurônios espelhos fornecem, através da ínsula, simulação de expressões faciais e gestos observados. Dessa forma, fornece-se um sistema alternado de emoções ao indivíduo, baseado na simulação que a cognição social permite parcialmente. Essa teoria é chamada de "teoria da simulação" (GALLESE, 1998).

Stefan et al. (2007) sugerem que a aprendizagem de uma sequência motora, através da observação, melhora a formação de memórias motoras, em comparação com a aprendizagem solitária.

De acordo com os autores, a aprendizagem por observação pode mediar processos de neuroplasticidade a longo prazo, e que esse efeito está mediado pelo sistema de neurônios espelho no córtex motor.

A hipótese é baseada nas áreas mediais que têm maior conexão com centros límbicos e de informações sensoriais proprioceptivas. Sendo assim, são mais influenciadas pelos dados e as áreas laterais são mais reflexivas e dependentes de representações sobre o mundo externo.

A integração de conteúdo emocional relacionada aos processos cognitivos ocorre no complexo córtex órbito-frontal (COF) e córtex pré-frontal (CPF) ventromedial. As impressões sensoriais convergem, através do COF, para o CPF ventromedial, de onde a informação sintetizada é levada às regiões do CPF dorsomedial e CPF ínfero-lateral. Dentro da estrutura límbica existe o hipotálamo, que atua como ativador do sistema nervoso simpático. Emoções como medo, raiva, fome, sexo e sede são compreendidas

pelo hipotálamo, já outras situações como raiva, prazer, dor e medo, são compreendidas pelos núcleos amígdalóides e septo (LEDOUX, 2003).

Os neurônios-espelho do observador "refletem" o comportamento contemplado como se o próprio observador sentisse e percebesse a mesma experiência e as mesmas sensações daqueles que realizaram a ação, como se também o observador a estivesse realizando.

A descoberta dos neurônios-espelho nos leva a uma redefinição do processo de ensino-aprendizagem e nos permite compreender como percebemos e entendemos os outros, convidando-nos às novas reflexões no campo pedagógico – a compreender melhor como esse conhecimento influencia e amplia o que achamos necessário ensinar, e, acima de tudo, como ensiná-lo especialmente na primeira infância.

A capacidade de codificar instantaneamente essas expressões da linguagem não verbal, permite ao ser humano ser capaz de agir, com base em um mecanismo chamado de "empatia", pois a compreensão das emoções que observamos nos outros despertam também no observador a manifestação "espelho" das mesmas emoções.

Em síntese, a observação e a compreensão das emoções do outro ativa no observador o mesmo substrato neural ligado à vivência direta da mesma emoção. Os neurônios-espelho auxiliam a compreender o que o outro está sentindo e, consequentemente, nos ajudam a entrar em empatia, evidenciando a capacidade que temos de estabelecer ressonâncias com as outras pessoas e de

construir de forma positiva relacionamentos interpessoais, uma comunicação poderosa e uma aprendizagem eficaz.

Considerando tudo isso, como educadores, devemos necessariamente nos perguntar quais estratégias e formas de relacionamentos favorecem o melhor aprendizado na sala de aula, e que tipo de ambiente, contexto e ações são necessários para educar de maneira intencionalmente eficaz.

O conhecimento neurocientífico sobre a fisiologia da aprendizagem acontece por meio dos neurônios-espelho, portanto, por imitação. Esse conhecimento, auxilia os docentes na relação com os alunos sobre o viés das comunicações, emoções e comportamentos tais como compaixão e confiança no constructo de autoeficácia.

As funções executivas (FE) abrangem um conjunto de processos comportamentais que permitem ao indivíduo a realização independente e autônoma de atividades dirigidas a metas através de tomada de decisões, desenvolvimento de estratégias, estabelecimento de prioridades, controle de impulsos e outros aspectos comportamentais (RAMACHANDRAN, 2006).

Nos estudos de Lent (2010), as FE desenvolvem-se nos primeiros anos de vida e terminam seu processo de maturação no final da adolescência. O desenvolvimento dessas funções durante a infância proporciona gradualmente a adequação e um melhor desempenho para a iniciação, persistência e conclusão de tarefas.

A região pré-frontal faz um planejamento de ações complexas, soluciona problemas propostos pelo ambiente,

organiza e desencadeia as respostas motoras. Assim, para a realização de tarefas diárias e para um adequado convívio social, as funções executivas devem necessariamente estar íntegras, pois a identificação de respostas alternativas para a resolução de problemas reflete na adaptação ambiental do indivíduo (LENT, 2010).

Assim, pode-se supor que a estereotipia comportamental está ligada a desinibição e impulsividade, pois o córtex pré-frontal parece não inibir os estímulos eferentes do sistema límbico. Desse modo, a dificuldade nos relacionamentos interpessoais, a indiferença afetiva e as demonstrações inapropriadas de afeto poderiam ser explicadas pelo déficit das FE (LENT, 2010).

Para Gazzaniga (2005), as funções executivas não estão restritas apenas aos lobos frontais. Existem outras estruturas que apresentam uma ligação na execução dos comportamentos como o lobo parietal, que participa da atenção espacial, e o hipocampo, que pode ser visto como um sistema de coordenação executiva que liga representações através das áreas corticais. Ainda, existem estudos que evidenciam a cognição ligada ao cerebelo e núcleos da base, podendo estas ter uma formação em rede com o córtex pré-frontal.

De acordo com o autor, as características da disfunção executiva são devido a diminuição da autocrítica, falta de preocupação com o futuro, indiferença afetiva, diminuição ou ausência de senso crítico, irritabilidade, desinibição, impulsividade e euforia. Também são comuns a presença de sintomas como baixa flexibilidade conceitual, excessiva

rigidez comportamental, tendência a indiferença e apatia.

Na pesquisa de Klin (2006), o prejuízo das funções executivas causa dificuldades no planejamento e manutenção de um objetivo na execução de uma tarefa, podendo também gerar déficits na aprendizagem por meio de feedback e uma falta de inibição de respostas irrelevantes e ineficientes com um prejuízo na capacidade atencional, na motivação, na memória, no planejamento e execução de uma tarefa.

Rotta (2005) investigou que o cérebro dos indivíduos com disfunção executiva apresentam alterações no cerebelo, sistema límbico é uma anormalidade na organização cerebral. Dentre as estruturas corticais, as anormalidades estão no aumento do volume do ventrículo lateral esquerdo ou biventricular, malformações corticais, hipoplasia dos lóbulos VI e VII do vermis cerebelar, do tronco cerebral e uma elevação dos níveis de serotonina nas plaquetas.

Nos achados de Bauman (2005), incluem uma significativa diminuição na amígdala e nas áreas pré-frontais, hipocampo, o corpo caloso e o giro do cíngulo anterior dorsal.

Estudos de neuroimagem sugerem que as disfunções executivas são um padrão anormal de desenvolvimento cerebral com um crescimento acelerado durante os primeiros anos de vida, seguido por uma desaceleração em algumas regiões do cérebro, enquanto em outras áreas há uma parada do crescimento. (COURCHESNE, 2003).

No estudo sobre disfunção executiva com exames

de Ressonância Nuclear Magnética (RNM) e Tomografia Computadorizada por Emissão de Fóton Único (SPECT), Machado (2003) observou anormalidades anatômicas no corpo caloso, ventrículos intracranianos, cerebelo, lobo temporal, lobos occipitais e hipocampo. Já no SPECT, foram encontradas alterações funcionais no lobo frontal, lobos temporais, lobos parietais e nos núcleos da base. É importante destacar que as alterações neuropatológicas descritas acima não se mostram consistentes.

Segundo o neurocientista Nicolelis (2011), as respostas emocionais automatizadas tem como função solucionar problemas imediatos com maior eficácia e sem a extrema necessidade de ativar os processos conscientes.

As propriedades funcionais do comportamento são determinadas pelas relações, estímulos e as respostas de um organismo (SKINNER, 1981).

O comportamento relaciona-se com a identificação, a descrição e a programação de relações condicionais que controlam a probabilidade de vários tipos de comportamento (BAUM, 1999; CATANIA, 1999).

Do mesmo modo que o comportamento altera a probabilidade de outros comportamentos, a atividade neural altera a probabilidade das funções neurais. Uma das evidências para este fato é que tanto as situações de mera exposição à estimulação ambiental quanto às situações de treinamento sistemático em aprendizagem resultam em alterações no comportamento e nos circuitos neurais (ROSENZWEIG, 1996).

Nos processos comportamentais encontram-se as

alterações funcionais e morfológicas que ocorrem no sistema nervoso e que caracterizam a neuroplasticidade neural (CUELLO, 1997).

Para Kandel (1988), o ambiente diferencia e modela a forma e função das respostas de um organismo, a interação organismo-ambiente também diferencia e molda circuitos e redes neurais. Cada indivíduo tem um padrão comportamental característico, resultante de sua história pessoal de reforçamento, assim como tem um sistema nervoso com características próprias, resultantes também de sua história de interação com o ambiente externo. De forma abrangente, a neuro plasticidade pode ser definida como uma mudança adaptativa na estrutura e nas funções do sistema nervoso, que ocorre em qualquer estágio da ontogenia, como função de interações com o ambiente interno ou externo ou, ainda, como resultado de injúrias, de traumatismos ou de lesões que afetam o ambiente neural (PHELPS, 1990).

Na literatura recente, os estudos sobre a neuroplasticidade do sistema nervoso podem ser classificados como pertencentes à categoria daqueles que manipulam o ambiente e analisam as mudanças morfológicas e/ou funcionais em circuitos neurais, denominados de estudos de plasticidade neural ou à categoria de estudos que enfatizam as mudanças comportamentais após traumatismos ou lesão do sistema nervoso, denominados de recuperação de função (KOLB,1989).

Dentre essas questões, destacam-se as referentes ao desenvolvimento neural, à recuperação de função

e à reorganização morfofuncional de circuitos neurais relacionados com a aprendizagem, consolidação de memória ou com lesões neurais (MORRIS, 1988).

A interação com ambiente rico em estimulação resulta em alterações específicas do SNC com o aumento na espessura das camadas do córtex visual, no tamanho de corpos neuronais e de núcleos dos corpos neuronais, no número de sinapses e na área das zonas de contato sináptico, no número de dendritos e de espinhas dendríticas, no volume e no peso cerebral, além de alterações em níveis de neurotransmissores. Em resumo, todas as características morfológicas e funcionais de áreas corticais sofreram alterações importantes em função da mera exposição e da interação com ambientes que oferecem diversidade de estímulos (ROSENZWEIG, 1996).

A linguagem se distingue de outras formas de comunicação, uma vez que possui um conjunto finito de sons, que podem ser combinados em infinitas possibilidades. A linguagem também possui muitos níveis funcionais, como fonemas, morfemas, palavras e frases (MAINGUENEAU, 2010).

As técnicas de neuroimagem possibilitaram a visualização funcional do encéfalo, como a Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET), eletroencefalograma (EEG), Ressonância Magnética Funcional (fMRI) entre outros. Essas técnicas permitiram a observação de padrões de ativação cerebral enquanto o indivíduo realizava tarefas de linguagem durante o exame (HÜBNER, 2018).

A hipótese do período crítico diz respeito a um período

de tempo específico, no qual o aprendizado de línguas seria facilitado pela relativa neuroplasticidade e possibilidade de mudanças neurais (MELO, 2019).

Nos primeiros anos de vida, o aprendizado é facilitado devido à maior neuroplasticidade cerebral, bem como à maior disponibilidade de neurônios, capazes de estabelecer mais conexões e apreender, desta forma, um número maior de padrões fonéticos.

A maturação cerebral, a lateralização, a poda sináptica e o compromisso neural estabelecido tornaram o aprendizado mais difícil e limitado. Pode-se considerar, assim, que o hemisfério cerebral esquerdo é dominante para a linguagem na maioria dos indivíduos, para aspectos como gramática, o léxico, construção e produção fonêmica. O hemisfério direito, por sua vez, parece estar envolvido na interpretação das intenções do falante, a partir da entonação, bem como na compreensão do significado das frases e de pistas emocionais (BONA, 2013).

Na percepção de Lent (2010), o avanço nos estudos do cérebro permitiu uma compreensão maior das áreas envolvidas na linguagem, especialmente no hemisfério esquerdo. Sabe-se que as áreas de associação das regiões frontal, temporal e parietal fornecem conexões entre conceitos e palavras. Da mesma forma, as áreas pré-frontais e do giro do cíngulo parecem estar envolvidas no controle das funções executivas.

A área de Broca (giro frontal inferior esquerdo) e a área de Wernicke (região posterior do lobo temporal esquerdo) também parecem ser fundamentais para o processamento

da linguagem. Lesões nessas áreas e áreas vizinhas estão associadas ao desenvolvimento da afasia de Broca e de Wernicke, dois dos mais conhecidos distúrbios de linguagem. Na afasia de Broca, os pacientes têm a fala lenta e pouco fluente, com a articulação e entonação comprometidas (LENT, 2010).

Dessa forma, entende-se que a compreensão da linguagem e seus mecanismos envolvem a integração de diversas áreas do conhecimento, a fim de permitir estudos e resultados mais abrangentes e aprofundados. A linguagem, assim, coloca-se como elemento fundamental para a vida cotidiana e para a inserção social dos indivíduos, sendo indispensável a exploração de recursos para o seu desenvolvimento (DE MARCO, 2011).

Neste viés, os giros do lobo frontal inferior temos a área de Broca, que controla a expressão da linguagem, o centro cortical da palavra falada. Nela, há um conjunto de neurônios que regulam a expressão da nossa linguagem, tanto a falada quanto a escrita. Outra área relacionada à linguagem, que fica próxima ao final do sulco lateral, é a área de Wernicke, na qual acontece a percepção e a compreensão da linguagem. Esses processos acontecem em um único lado do encéfalo, sendo na maioria das pessoas no hemisfério esquerdo, o que justifica esse lado ser chamado de lado dominante, pois domina a linguagem. No hemisfério direito, essas áreas não correspondem (KANDEL 2014; LENT, 2010).

A superfície superior do lobo temporal é responsável pela percepção. Uma vez percebidos, seguem para a

área de Wernicke no hemisfério esquerdo promovendo a compreensão da linguagem. Nesse lobo se localiza a amígdala que é fortemente ligada às emoções, o hipocampo, que é essencial para formação da memória e, também, a área de Wernicke, que está relacionada à compreensão da linguagem. A linguagem é revestida de aspectos emocionais de várias modalidades de memória e depende da integridade de inúmeras outras funções cerebrais primitivas e filogeneticamente mais evoluídas (DEHAENE, 2012).

A definição sobre as funções executivas abrange um conjunto de processos comportamentais complexos que inclui o planejamento e execução de atividades como controle de impulsos, iniciação de tarefas, memória de trabalho e atenção sustentada a partir de informações emocionais, atencionais e mnemônicas permitindo ao indivíduo a realização autônoma de atividades como a capacidade de estabelecer objetivos a partir da motivação e consciência de si e do ambiente (FUSTER, 2002).

Além dos lobos frontais, existem outras estruturas que apresentam uma ligação na execução dos comportamentos como o lobo parietal, que participa da atenção espacial, e o hipocampo, que pode ser visto como um sistema de coordenação executiva que liga representações através das áreas corticais. Outros estudos evidenciam que a cognição está ligada ao cerebelo e núcleos da base formando um circuito com o córtex pré-frontal (LENT, 2010).

Nos processos executivos, o córtex pré-frontal recebe informações perceptuais oriundas de áreas posteriores

do encéfalo e utiliza esses dados no planejamento e na execução de uma determinada ação em resposta aos inputs sensoriais de resposta motora ou linguagem (FUSTER, 2002).

As demandas cognitivas e emocionais do discurso são construídas em torno de uma atividade linguística contextualizada. Portanto, a codificação semântica é a tradução das informações sensoriais em uma representação significativa baseada na compreensão das palavras armazenadas na memória semântica, mas em determinadas situações essa codificação não é possível porque o significado ainda não existe na memória (DEHAENE, memória.

Para concluir este capítulo, é importante repetir que os neurônios-espelho estão fortemente relacionados com nossa capacidade de aprender. Além de responder as ações dos outros - daí o nome espelho -, eles podem ser a chave para descobrir como o ser humano começa a sorrir, andar e falar. Os neurônios-espelho é a redefinição do processo de ensino-aprendizagem e nos permite compreender o que o outro está sentindo e, consequentemente, entrar em empatia, evidenciando a capacidade que temos de estabelecer ressonâncias com as outras pessoas e de construir uma aprendizagem eficaz (RIZZOLATTI,1994).

De acordo com o autor supracitado:

> “Somos criaturas requintadamente sociais. Os neurônios-espelho nos permitem captar a mente dos outros não por meio do raciocínio conceitual, mas pela simulação direta. Sentindo e não pensando.

FORMAÇÃO DOCENTE: ANÁLISE E DELINEAMENTO DA PESQUISA

Discutir a importância das neurociências na formação docente perpassa, primeiramente, compreender o tipo de formação tanto inicial quanto continuada.

Os docentes participaram de duas formações sobre neurociências e educação: a primeira foi realizada no contexto pandêmico e a segunda no período pós pandêmico que é o cerne da presente obra intitulada “Diálogo Profícuo entre Neurociências e Educação na Formação Docente: Impacto das Emoções na Subjetividade Humana”.

O ápice da experiência foi a realização de um curso sobre as neurociências para os docentes durante as reuniões semanais dos professores, totalizando 40 horas de atividades.

O objetivo da entrevista foi analisar as alterações nos saberes docentes na possível demonstração da utilidade dos conhecimentos científicos na prática pedagógica.

Os docentes relataram a dificuldade dos alunos em manter a atenção e o foco. Além disso, observaram agressividade e ansiedade exacerbada, provavelmente, atrelada aos altos níveis de estresse influenciando, diretamente, nos pilares da aprendizagem.

Oito em cada dez docentes avaliaram que os alunos estão mais violentos expressas no bullying e no desrespeito em todas as instâncias da instituição acadêmica. Portanto, é necessário definir alguns acordos de convivência. Afinal, as micro violências tem uma dimensão maior e isso pode

ter uma escalada perigosa e exacerbada.

De acordo com os estudos de neuroimagem, os altos níveis de cortisol reduz o volume do hipocampo e da amígdala bem como à conectividade no córtex pré-frontal interferindo na neuroplasticidade com perda de neurônios e sinapses.

Cabe ressaltar que o intitulado "Cérebro Pós Pandêmico" é válido até para os indivíduos que não foram infectados no contexto da maior crise sanitária do século XXI.

Os resultados da literatura vigente apontam que o córtex pré-frontal perde sua capacidade de controlar a amígdala, deixando o centro do medo, da agressividade e da ansiedade sem controle.

O estresse crônico esgota os níveis do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) que ajuda a promover a neuroplasticidade. Por outro viés, o exercício físico aumenta os níveis de BDNF no hipocampo e córtex pré-frontal, o que explica, pelo menos parcialmente, porque se exercitar pode melhorar a cognição e o humor.

A conectividade disfuncional da região fronto-estriatal se sobrepõe as funções executivas com o comprometimento da memória e declínio na capacidade de aprendizagem.

Os estudos com neuroimagem funcional comprovaram o envolvimento das estruturas cerebrais supracitadas durante tarefas cognitivas, durante a estimulação dolorosa e durante tarefas de teor emocional, sendo essa região do córtex uma espécie de detector de conflito.

As representações da "dor social" decorrente da perda

dos laços sociais são sobrepostas no córtex cingulado anterior por detectar prováveis riscos à sobrevivência, bem como recrutar a atenção e promover a aquisição de recursos para minimizar o perigo.

As neurociências já mapearam o mecanismo neurobiológico do estresse e, de acordo com as pesquisas, quando sofremos um forte impacto ou pressão emocional que gera altos níveis de estresse, nosso sistema pode entrar em colapso.

Além disso, o estresse em excesso pode levar as alterações no sono influenciando negativamente no rendimento acadêmico uma vez que as neurociências já provaram que o sono é um elemento primordial na manutenção da saúde mental e na aprendizagem.

O estresse pode produzir deterioração da memória; lentificação no desenvolvimento do raciocínio; alteração nas funções executivas; comprometimento das tarefas motoras; diminuição da atenção; aumento da irritabilidade; fadiga e aumento da possibilidade de desenvolvimento de distúrbios psiquiátricos, neurológicos e cognitivos. Sendo assim, é necessário pensar na saúde mental como um fator fundamental para a aprendizagem.

Izquierdo (2011) ressalta que um aluno estressado ou em estado de pouco alerta não forma corretamente memórias em sala de aula. Um aluno submetido a alto nível de ansiedade depois da aula esquecerá o que aprendeu. Através da recepção sensorial, as informações começam a ser processadas e durante este processo a informação passa a ser uma percepção. Sendo assim, o ponto inicial

para memórias, atitudes é também momento em que se atribui significados a partir de interpretações singulares advindas de experiências e memórias anteriores.

A predisposição genética já foi estabelecida para muitos dos transtornos de ansiedade, apesar de os genes específicos ainda não terem sido identificados. Outros transtornos de ansiedade parecem ter suas raízes em eventos estressantes da vida agravados pela maior crise sanitária que deixou suas marcas após três anos de incertezas e vulnerabilidades.

A resposta humoral é regulada pelo eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA). O hormônio cortisol, é liberado pela glândula adrenal em resposta a um aumento nos níveis sanguíneos do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), liberado pela hipófise anterior devido ao estímulo do hormônio liberador de corticotrofina (CRH) do hipotálamo. Os neurônios hipotalâmicos que secretam CRH são regulados pela amígdala e pelo hipocampo. Quando o núcleo central da amígdala é ativado, interfere no eixo HPA e a resposta ao estresse é emitida, sendo que a ativação inapropriada tem sido relacionada com os transtornos de ansiedade (WHARTIN, 2007).

O hipocampo contém receptores para glicocorticóides que são ativados pelo cortisol, e com altos níveis de cortisol circulante, participa da regulação por retroalimentação do eixo HPA, inibindo a liberação de CRH e consequentemente de ACTH e cortisol. A exposição contínua ao cortisol, em períodos de estresse crônico, pode levar à disfunção e à morte dos neurônios hipocampais (BEAR, 2006).

Assim, o hipocampo começará a apresentar falhas em sua capacidade de controlar a liberação dos hormônios do estresse e de realizar suas funções de rotina. O estresse também influencia a aptidão de induzir a potenciação de longo prazo no hipocampo, o que provavelmente explica o porquê da falha de memória (LEDOUX, 2001).

A atividade elevada do córtex pré-frontal também tem sido relatada nos transtornos de ansiedade. Em resumo, a amígdala e o hipocampo regulam o sistema HPA e a resposta ao estresse de uma maneira coordenada, tanto com a hiperatividade da amígdala (BEAR, 2006),

Bear (2006) corrobora com LeDoux (2001) ao relacionar as memórias inconscientes estabelecidas por mecanismos de condicionamento pelo medo e com a diminuição de atividade do hipocampo, o qual participa no armazenamento de memórias conscientes durante uma situação de aprendizado traumático.

Segundo Izquierdo (2011), a modulação e consolidação da memória caracterizam-se, ou desenvolvem-se, com base em dois aspectos. O primeiro aspecto com relação à distinção da carga emocional, em que memórias de maior carga emocional se fixam melhor. O segundo aspecto acrescenta ao conteúdo das memórias a informação hormonal ou neuro-humoral, variável por vários fatores.

Conforme Vygotsky (2004), as interações e emoções que acontecem na relação entre professor e aluno terão influência direta no aprendizado. Dependendo da emoção presente, o aluno pode realizar ou modificar determinado comportamento. Se a emoção for negativa, poderá

dificultar o processo de aprendizagem e, em alguns casos, pode fazer com que o aluno desista do que estava sendo proposto ou executado.

Gazzaniga (2007), salienta a importância das emoções que permeiam a dinâmica interpessoal, pois as informações presentes são processadas, inclusive aquelas não verbais, como gestos, expressões faciais, movimentos corporais, entre outros.

De acordo com Tardif (2014), os professores, como sujeitos ativos, não apenas aplicam na sua prática os saberes provenientes de teorias, mas têm na própria prática um espaço específico de produção, de transformação e de mobilização de saberes e, portanto, de teorias, de conhecimentos e de saber fazer.

Nessa perspectiva, Vygotsky (1998) assevera que "as emoções isolam-se cada vez mais do reino dos instintos e se deslocam para um plano totalmente novo". Para o autor, torna-se indispensável dois aspectos fundamentais que se colocam diante do professor: em primeiro lugar, o estudo individual de todas as particularidades de cada educando; e em segundo, o ajuste individual dos procedimentos de educação e interferência do meio social em cada um deles.

Relvas (2012) ressalta que os estudos das neurociências vêm contribuindo para a práxis em sala de aula, na compreensão das dimensões cognitivas, emocionais e sociais no redimensionamento do sujeito aprendente.

Lent (2008), assevera que as emoções envolvem uma série de reações químicas e neurais que influenciam os

comportamentos.

O neurotransmissor GABA (ácido gama-aminobutírico) é o principal neurotransmissor inibitório do SNC. A relação entre o GABA e a ansiedade evidencia-se no fato de que todos os ansiolíticos conhecidos, facilitam sua ação. Seu efeito ansiolítico parece consistir em reduzir o funcionamento de grupos neuronais do sistema límbico, inclusive a amígdala e o hipocampo, responsáveis pela integração de reações de defesa contra ameaças (WHIDMAIER, 2016).

Uma das características mais valorizadas da espécie humana é capacidade de raciocinar, e a emoção muitas vezes é percebida como entorpecente da razão, no entanto, não existem atividades humanas que não estejam embasadas e sustentadas por alguma emoção (MATURANA, 2001).

Na atualidade, muitos neurocientistas trabalham para esclarecer e viabilizar a aproximação entre neurociências e educação para auxiliar na compreensão das bases neurobiológicas da aprendizagem.

As "Neurociências" foi escrita no plural, pois compreende cinco grandes disciplinas Neurocientíficas. Segundo Lent (2008): Neurociência Molecular; Neurociência Celular; Neurociência Sistêmica; Neurociência Comportamental e Neurociência Cognitiva.

Para Rotta (2008), "O avanço das neurociências", em especial da neurologia é de suma importância para o entendimento das funções corticais superiores envolvidas nos processos de aprendizagem [...]". Conforme a autora, conhecer o processo neuromaturacional é importante para

entender a aprendizagem.

Dehaene (2012), defende que as descobertas cognitivas recentes, articuladas à vasta experiência prática dos docentes podem oferecer condições de um ensino melhor estruturado e eficaz.

Para Moraes (2000), incluir as neurociências na formação, aumentará a compreensão do professor sobre quem é o seu aluno e quais as formas, estratégias e meio para potencializar o seu aprendizado. As teorias implícitas, como redes neurais dinâmicas que atendem as demandas com variadas situações, estão armazenadas na memória de longo prazo.

De acordo com o autor supramencionado, a aprendizagem de conhecimentos científicos propicia ampliar as memórias semânticas através de aquisição e/ou inserção de conceitos nas redes neurais e amplia o sistema de conhecimentos, o qual ode atingir o sistema de crenças.

As neurociências podem colaborar para ressignificação das práticas pedagógicas que já se realizam com êxito e propor novas intervenções, atentando ao fato de que as estratégias pedagógicas que respeitam o funcionamento do cérebro, possivelmente, serão mais eficientes. É importante frisar que os avanços da Neurociência permitem uma abordagem mais científica do processo ensino-aprendizagem, baseando-se no entendimento dos processos cognitivos mobilizados. (VIZZOTO, 2019).

Os resultados apontam que as neurociências quando dialoga com a educação promove caminhos para o

educador tornar-se um mediador de como ensinar por meio de recursos pedagógicos que estimulem o estudante a pensar sobre o pensar.

A proposta de formação docente foi ancorada na reflexão hermenêutica como paradigma epistemológico em uma abordagem colaborativa tendo em vista as ações continuadas e sistêmicas a partir do entendimento do cérebro e suas interfaces no desenvolvimento das aprendizagens cognitiva e emocional.

Defende-se a premissa de que o conhecimento docente na área das neurociências, em especial no que diz respeito à aprendizagem, pode contribuir para a mediação eficaz do ensino.

A pesquisa aponta a reconfiguração nos conhecimentos dos docentes, principalmente na identificação do funcionamento cerebral e, por isso, foram capazes de compreender e direcionar sua prática de acordo com sua performance.

As reflexões advindas deste estudo investigativo permite estabelecer algumas conexões que marcam o limiar entre as discussões teóricas que a pesquisa suscitou e a formulação de entrelaçamentos que darão origem as novas pesquisas.

Assim, o curso de neurociências, ao contribuir significativamente para a potencialização da ação docente, justifica-se nas proposições quanto ao aumento da motivação e do prazer do aluno em aprender.

Tendo em vista as considerações supracitadas, sugere- que a emoção e a cognição são indissociáveis para

aprendizagem, sendo assim, os marcadores preditivos da subjetividade humana contribuindo para uma explicação mais parcimoniosa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conhecimentos científicos apresentados durante o curso oportunizaram a revisão de crenças anteriores levando os docentes a pautar suas práticas com intencionalidade diferente das adotadas anteriormente. Com a finalização do curso e uma maior clareza acerca dessa realidade, os docentes substituíram práticas que tinham como escopo principal a repetição, para o desenvolvimento de uma estratégia mais significativa.

Segundo Maturana (2005), a sala de aula é o espaço onde os alunos se transformam na convivência, que é guiada pelo docente. Sendo assim, é relevante o papel das neurociências frente à tarefa do docente compreender o aluno e buscar um espaço de tal forma agradável e acolhedor para facilitar a aprendizagem.

Para concluir, a pesquisa ao problematizar o ensino e a aprendizagem, aponta a importância de aproximar as neurociências e a educação na formação docente.

Assim, as reflexões advindas deste estudo investigativo nos permitem estabelecer algumas conexões que marcam o limiar entre as discussões teóricas que a pesquisa suscitou e a formulação de entrelaçamentos que darão origem a novas reflexões, novas práticas e novas pesquisas.

REFERÊNCIAS

AFONSO, A et al. Ansiedade (Serotonina e GABA). A loucura e o controle das emoções. Rev. Psicofisiologia, Minas Gerais, v. 1, n. 1 e 2, cap. 5, 1997.

ALMEIDA, R. M. M., Cabral, J. C. C., & Narvaes, R. (2015). Behavioural, hormonal and neurobiological mechanisms of aggressive behaviour in human and nonhuman primates. Physiology & Behavior, 143, 121–135.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. Manual Diagnostico Estatístico de transtorno Mental. Tradução: Maria Inês Correa Nascimento. Porto Alegre: Atmed, 2014.

AUSUBEL, D.P. Aquisição e retenção de conhecimentos:uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

AUSUBEL, David Pearl). The acquisition and retention of knowledge:a cognitive view. Dordrecht, Kluwer Academic Pubishers. 210 p, 2000.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.

BEAR, MF; CONNORS, BW; PARADISO, MA. Transtornos mentais. Neurociências – Desvendando o sistema nervoso. Porto Alegre: Artmed, 2ed, cap 21, p. 675-701, 2006.

BLISS TV, LOMO T. Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of theanaesthetized rabbit following stimulation of the perfront path. J Physiol. 1973;232:331-56.

BRANDÃO, M. L.; As bases biológicas do comportamento: Introdução à neurociência. São Paulo: EPU, 2004.

BROCKINGTON, G. Neurociência e educação: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 199 pp. 2011.

BROGLIO C, Gomez A, Duran E, Ocaña FM, Jiménez-Moya F, Rodríguez F, et al. Hallmarks of a common forebrain vertebrate plan: specialized pallial areas for spatial, temporal and emotional memory in actinopterygian fish. Brain Res Bull. 2005;66(4-6):277-81.

CABRAL, J. C. C., Tavares, P. de S., & de Almeida, R. M. M. (2016). Reciprocal effects between dominance and anger: A systematic review. Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 71, 761–771.

CABRAL, J. C. C., Tavares, P. S., Weydmann, G. J., das Neves, V. T., & de Almeida, R. M. M. (2017). Eliciting Negative Affects Using Film Clips and Real-Life Methods. Psychological.

CAMPBELL, R; MACSWEENEY, M; WATERS, D. Sign language and the Brain: a review. Journal of Deaf Studies and Deaf Education, v.13, n.1, p. 3-20, 2008.

CANTERAS, N. S. Mentes emocionais, mentes racionais. In: LENT, R. (Ed.). Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência. São Paulo: Editora Atheneu, 2010.

CARVALHO, F. A. H. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. Trab. educ. 2010, vol.8, n.3, pp.537-550. ISSN 1981-7746.

CATTANEO, L., & Rizzolatti, G. (2009). The mirror neuron system. Archives of Neurology, 66(5), 557-560.

COLLINS DR, PELLETIER JG, PARE D. Slow and fast (gamma) neuronal oscillations in the perirhinalcortex andlateral amygdala. J Neurophysiol. 2001;85(4):1661-72.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. Neurociência e educação: como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011.

DEHAENE, S. Os neurônios da leitura: como a ciência explica a nossa capacidade de ler. Porto Alegre: Penso, 2012.

DALGLEISH, T. (2004). Timeline: The emotional brain. Nature Reviews Neuroscience, 5(7), 583–589.

DAMÁSIO, A. R. E o cérebro criou o homem. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

DAMÁSIO, A. R.. O Mistério da Consciência: Do corpo e das emoções do conhecimento de si. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

DAMÁSIO, A. R. O Erro de Descartes: Emoção, Razão e o Cérebro Humano. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DAMASIO, A. R. *Em busca de Espinosa: prazer e dor na ciência dos sentimentos*. [S.l.]: Editora Companhia das Letras, 2004.

DAMASIO, A. R.; TRANEL, D.; DAMASIO, H. Individuals with sociopathic behaviorcaused by frontal damage fail to respond autonomically to social stimuli. Behavioural brain research, Elsevier, v. 41, n. 2, p. 81–94, 1990.

DAMASIO, H. et al. The return of phineas gage: clues about the brain from the skull of afamous patient. *Science*, American Association for the Advancement of Science, v. 264,. 5162, p. 1102–1105, 1994.

DEHAENE, S. Os neurônios da leitura - como a ciência explica a nossa capacidade de ler. Porto Alegre: Penso, 2012. FIORIN, J. L. Introdução ao pensamento de Bakhtin. São Paulo: Ática, 2010.

DOYERE V, LAROCHE S. Linear relationship between the maintenance of hippocampal long-termpotentiation and retention of associative memory. Hippocampus. 1992;2:39-48.

EICHENBAUM H. A cortical-hippocampal system for declarative memory. Nature Rev Neurosci.2000;1:41-50.

EISENBERG, I. Does rejection hurt?An fMRI study of social exclusion Science 2003. 302,290.

EISENBERG, I. The neural bases of social pain: Evidence for shared representations with physical pain, Psychosom Med. 2012 February; 74(2): 126–135.

ERTELT, D., Small, S., Solodkin, A., Dettmers, C., McNamara, A., Binkofski, F., & Buccino, G. (2007). Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. NeuroImage, 36 Suppl 2, T164-173.

FREIRE, P. Professora sim, tia não – cartas a quem ousa ensinar. São Paulo, Editora olha D´água. 1997.

FRITH, C. D., & Frith, U. (2006). The neural basis of mentalizing. Neuron, 50(4), 531-534.

GAZZANIGA, M. S.; HEATHERTON, T. F. Ciência Psicológica: mente, cérebro e comportamento. 1ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

GAZZANIGA, M. Neurociência cognitiva: a biologia da mente. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GOLEMAN, D. Inteligência Emocional. Rio de Janeiro: Objetiva, 1995.

GOLEMAN, D. Foco: a atenção e seu papel fundamental para o sucesso. Rio de Janeiro: objetiva, 2014.

GRAFTON, S. T., & Hamilton, A. F. D. C. (2007). Evidence for a distributed hierarchy of action representation in the brain. Human Movement Science, 26(4), 590-616.

GUERRA, L. B. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. Revista Interlocução, v.4, n.4, p.3-12, 2011.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Fisiologia humana e mecanismo das doenças. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2008. 639.

HEBB DO. The Organization of Behavior. New York: John Wiley Inc; 1949.

HICKOK, G. The Role of Mirror Neurons in Speech and Language Processing. Brain and language, 112(1), 2010.

HOUZEL, HS. O cérebro em transformação. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

IACOBONI, M. (2009). Imitation, empathy, and mirror neurons. Annual Review of Psychology, 60, 653-670, 2009.

IACOBONI, M., & Dapretto, M. The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. Nature Reviews. Neuroscience, 7(12), 942-951, 2006.

IZQUIERDO, I Long-term Memory Persistence. Future Neurology. v. 5, p. 911-917, 2010.

JACKSON, P. L., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2005). How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. NeuroImage, 24(3), 771-779.

JERUSALINSKY D, KORNISIUK E, IZQUIERDO I. Cholinergic neurotransmission and synaptic plasticity concerning memory processing. Neurochem Res. 1997;22:507-15.

JODAR L, KANETO H. Synaptic plasticity: stairway to memory. Jpn J Pharmacol 1995;68:359-87.

KANDEL, E R. SCHWARTZ, J H. JESSELL, T M. Principles of Neural Science, 4 ed. McGraw-Hill, New York - USA. 2000.

KEMMERER, D. The two-level theory of verb meaning: an approach to integrating the semantics of action with the mirror neuron system. Brain and language, 112(1), 54-76, 2010.

KILNER, J. M., Friston, K. J., & Frith, C. D. (2007). Predictive coding: an account of the mirror neuron system. Cognitive Processing, 8(3), 159-166.

KIM JJ, JUNG MW. Neural circuits and mechanisms involved in Pavlovian fear conditioning: acritical review. Neurosci Biobehav Rev. 2006;30(2):188-202.

KLUVER H, BUCY PC. “Psychic blindness” and other symptoms following bilateral temporallobectomy in rhesus monkeys. Am J Phsysiol. 1937;119:352-3.

KONORSKI J. Conditioned reflexes and neuron organization, Cambridge: Cambridge UniversityPress; 1948.

LANKSHEAR, C., & KNOBEL, M. Pesquisa pedagógica. Tradução: M. F. Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2008.

LE BEL, R. M., Pineda, J. A., & Sharma, A. (2009). Motor-auditory-visual integration: The role of the human mirror neuron system in communication and communication disorders. Journal of Communication Disorders, 42(4), 299-304.

LEDOUX, J. E.; DAMASIO, A. R. Emoções e sentimentos. In: KANDEL, E. (Ed.). *Fundamentos da neurociência*. Rio de Janeiro: Artmed, 2014. cap. 48, p. 938–951.

LEDOUX, J. The amygdala. Current Biology, Elsevier, v. 17, n. 20, p.868–874, 2007.

LEDOUX, J. The emotional brain, fear and the amygdala. Cellular and Molecular Neurobiology. 2003; 23:727-38.

LEDOUX, J. Onde os desregramentos estão. O Cérebro Emocional: os misteriosos alicerces da vida emocional. Rio de Janeiro: Objetiva, 8ed, cap 8, p. 206-243, 2001.

LEDOUX, J. E. Emotion circuits in the brain. Annual Review of Neuroscience, v. 23, n. 1, p. 155–184, 2000.

LEDOUX JE. The emotional brain. New York: Simon and Schuster; 1996.

LEDOUX, J. Emotion and the limbic system concept. Concepts in neuroscience, v. 2, p. 169–199, 1991.

LENT, R. Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociências. Rio de Janeiro: Atheneu, 2010.

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

LEVITAN IB, KACZMAREK LK. Learning and memory. In: Levitan IB, Kaczmarek LK, eds. TheNeuron: Cell and Molecular Biology. Oxford: Oxford University Press; 1991. p. 395-423.

LUDKE, M; Marli E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. 2ª ed. Rio de Janeiro: E.P.U, 2013.

MACDONALD , G. Why Does Social Exclusion Hurt? The Relationship Between Social and Physical Pain Psychological Bulletin Copyright 2005 by the American Psychological Association 2005, Vol. 131, No. 2, 202–223

MACLEAN, P. D. Psychosomatic disease and the “visceral brain”; recent developments bearing on the papez theory of emotion. Psychosomatic medicine, US: Lippincott Williams & Wilkins, 1949.

MCLEAN PD, DELGADO JM. Electrical and chemical stimulation of frontotemporal portion of limbicsystem in the waking animal. Electroencephalogr. Clin Neuropsychol. 1953;Suppl 5:91-100.

MACLEAN, P. D. Some psychiatric implications of physiological studies on frontotemporal portion of limbic system (visceral brain). Electroencephalography and clinical neurophysiology, Elsevier, v. 4, n. 4, p. 407–418, 1952. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 30.

MARSHALL, L. H.; MAGOUN, H. W. *Discoveries in the human brain*. New Jersey:Humana Press, Totowa, NJ, 1998.

MASON, L. Bridging neuroscience and education: A two-way path is possible. cortex,Elsevier, v. 45, n. 4, p. 548–549, 2009.

MATURANA, H. R. A ontologia da realidade. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2002.

MATURANA, H. R Cognição, ciência e vida cotidiana. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.

MATURANA, H; VARELA, F. A árvore do conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano. Campinas: PSY II, 1995.

MATURANA, H. Emoções e linguagem na educação e na política. Belo Horizonte: UFMG, 1998.

MAYBERRY, R. I. Cognitive development in deaf children: the interface of language and perception in neuropsychology. In Elsevier Science B.V. Handbook of Neuropsychology, 2nd Edition, Vol. 8, Part II S.J. Segalowitz and I. Rapin (Eds), p. 71-107, 2002.

MEDINA, J. F. et al. Parallels between cerebellum-and amygdala-dependent conditioning. *Nature Reviews Neuroscience*, Nature Publishing Group, v. 3, n. 2, p. 122, 2002.

MORIN, E. O enigma do Homem, para uma Nova Antropologia. Trad. Fernando.C.Ferro (2ª ed.). Rio de Janeiro: Zaha, 1979.

MOURA, RMBL. Competências socioemocionais no contexto pandêmico: desafios e possibilidades na formação docente sob o viés das neurociências. 1. ed. Aracaju: ArtNer, 2022a.

MOURA, RMBL. Neurociências e Educação: Um Diálogo Promissor. ed. Florianópolis: Integralize Corporation, 2022b.

MOURA, RMBL. Mirror Neurons in Front of Autistic Spectrum Disorder (ASD): Some Implications in the Neurobiology of Emotions. Revista Integralize, p. 229-238, 2021c.

MOURA, RMBL Neurociências na Formação Docente: Contribuições para a educação. Revista Integralize, p. 433-455, 2021d.

MORA, F. Como funciona o cérebro. Porto Alegre: Artmed, 2004.

NÓVOA, A. (Org). Os professores e a sua formação. Portugal: Porto, 1999.

OBERMAN, L. M., & Ramachandran, V. S. (2007). The simulating social mind: the role of the mirror neuron system and simulation in the social and communicative deficits of autism spectrum disorders. Psychological Bulletin, 133(2), 310-327.

OZTOP, E (2006). Mirror neurons and imitation: a computationally guided review. Neural Networks: The Official Journal of the International Neural Network Society, 19(3), 254-271.

PANKSEPP, J. (2005a). On the embodied neural nature of core emotional affects, *Journal of consciousness studies*, 12, 158-184.

PANKSEPP, J. (2005b). Affective consciousness: core emotional feelings in animals and humans, *Cognition and Consciousness*, 14, 30–80. PAZ R, PELLETIER JG, BAUER EP, PARE D. Emotional enhancement of memory via amygdala-drivenfacilitation of rhinal interactions. Nat Neurosci. 2006;9(10):1321-9.

PATON JJ, BELOVA MA, MORRISON SE, SALZMAN CD. The primate amygdala represents the positiveand negative value of visual stimuli during learning. Nature. 2006;439(7078):865-70.

PAVLIDES C, WINSON J. Influences of hippocampal place cell firing in the awake state on theactivity of these cells during subsequent sleep episodes. J Neurosci. 1989;9(8):2907-18.

PERRENOUD, P. 10 Novas competências para Ensinar. Porto Alegre: ARTMED, 2000.

PIAGET, J. (1980). Psicologia da criança. São Paulo/Rio de Janeiro: Difel.

PÓVOA, H; CALLEGARO, Jz. (2005). Nutrição Cerebral. São Paulo: Objetiva.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRICE DD. Psychological and neural mechanisms of the affective dimension of pain. Science. 2000; 288:1769–72.

RAMACHANDRAN V S. Espelhos Quebrados. Scientific American, 2006.

RAUCH SL, SHIN LM, PHELPS EA. Neurocircuitry models of posttraumatic stress disorder andextinction: human neuroimaging research - past, present, and future. Biol Psychiatry. 2006;60(4):376-82.

REPA JC, MULLER J, APERGIS J, DESROCHERS TM, ZHOU Y, LEDOUX JE. Two different lateral amygdalacell populations contribute to the initiation and storage of memory. Nat Neurosci. 2001;4(7):724-31.

RELVAS, M. Neurociência na prática pedagógica. Rio de Janeiro: Wak, 2012.

RIBEIRO S, GERVASONI D, SOARES ES, ZHOU Y, LIN SC, Pantoja J, et al. Long-lasting noveltyinduced neuronal reverberation during slow-wave sleep in multiple forebrain areas. PLoS Biol. 2004.

RICHARD, L. Neurociência da Mente e do Comportamento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

RIOULT-PEDOTTI MS, FRIEDMAN D, Donoghue JP. Learning-induced LTP in neocortex. Science.2000;290(5491):533-6.

RIZZOLATTI, G. Mirror neurons and their clinical relevance. Nature Clinical Practice. Neurology, 5(1), 24-34, 2009.

RIZZOLATTI, G. The Mirror Neuron System and Imitation. Neuroscience to Social Science. Vol.1: Cambridge, MA: MIT Press, 2005.

RIESGO, R. Transtornos da aprendizagem - Abordagem neurobiológica e multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed; 2008.

SQUIRE, L. R.; KANDEL, E. R. Memória: da mente às moléculas. Porto Alegre: Artmed, 2003.

STAKE, R E. Pesquisa Qualitativa: estudando como as coisas funcionam. Trad. Karla Reis. Porto Alegre/RS: Penso/Artmed, 2011.

SCHMIDT R. Cell-adhesion molecules in memory formation. Behav Brain Res. 1995;66:65-72.

SCHIFFER, RB. Distúrbios Psiquiátricos na Prática Médica. Tratado de Medicina Interna. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 21ed, vol 2, cap 450, p. 2285-2295, 2001.

SCHOENBAUM G, SETLOW B, RAMUS SJ. A systems approach to orbitofrontal cortex function:

recordings in ratorbitofrontal cortex reveal interactions with different learning systems. Behav Brain Res. 2003;146(1-2):19-29.

SCOTT SK, YOUNG AW, CALDER AJ, HELLAWELL DJ, AGGLETON JP, Johnson M. Impaired auditoryrecognition of fear and anger following bilateral amygdala lesions. Nature. 1997;385(6613):254-7.

SQUIRE LR. Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. Neurobiol LearnMem. 2004; 82:171-7.

SQUIRE LR, KANDEL ER. Memory: From mind to molecules. new york: w.h. freeman and company; 2000.

SQUIRE LR. Memory and brain. Oxford: Oxford University Press; 1987.

SCOVILLE WB, MILNER B. Loss of recent memory after bilateral hippocampus lesions. J NeurolNeurosurg Psychiatr. 1957;20:11-21.

TARDIF, M. LESSARD, Claude. O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Rio de Janeiro

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. 14. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

TULVING E. Organization of memory: quo vadis? In: Gazzaniga MS, ed. The CognitiveNeuroscience. Cambridge: MIT Press; 1995. p. 839-847.

VIZZOTTO, Patrick Alves. A Neurociência na formação do professor de Física: Análise curricular das licenciaturas em Física da região Sul do Brasil. Revista Insignare Scientia, volume 02, n. 2, p. 150-165, 2019.

VOGT, S (2007). From visuo-motor interactions to imitation learning: behavioural and brain imaging studies. Journal of Sports Sciences, 25(5), 497-517.

VYGOTSKY, L. Pensamento e Linguagem. São Paulo: Vozes, 2004.

VYGOTSKY, L. A construção do pensamento e da linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKY, L. A Formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

VYGOTSKY, L. Interaction between learning and development. From: Mind and Society (p. 79-97). Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

VYGOTSKY, L. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1962.

WAN, C. Y., Demaine, K., Zipse, L., Norton, A., & Schlaug, G. (2010). From music making to speaking: engaging the mirror neuron system in autism. Brain Research Bulletin, 82(3- 4), 161-168.

WEISKRANTZ L. Behavioral changes associated with ablation of the amygdaloid complex inmonkeys. J Comp Pshysiol Psychol. 1956;49:381-91.

WHARTIN, RN. Transtornos de Ansiedade. Tratado de Neurologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 11ed, cap 160, p. 1050-1054, 2007.

WHIDMAIER, H. R.; RAFF, H.; STRANG, K.T.; Fisiologia humana: os mecanismos das funções corporais. Tradução: Patricia Lydie Voeux. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

YANIV D, RICHTER-LEVIN G. LTP in the rat basal amygdala induced by perirhinal cortex stimulationin vivo. Neuroreport. 2000;11(3):525-30.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookmann, 2015.

ROSA MARIA BRAGA LOPES DE MOURA - Professora e pesquisadora em Genética e Neurociências Comportamental com ênfase em neurônios-espelho, funções executivas, memória, aprendizagem, linguagem, neuroanatomia funcional, neurodegeneração bem como fisiopatologia e perspectiva antioxidante no tratamento da doença de Alzheimer; pós-doutorado em Educação: Universidade Martin Lutero - UML, Flórida-EUA; Doutorado em Educação: Universidade Martin Lutero - UML. Doutorado em Ciências da Saúde: Universidade Martin Lutero, UML e mestrado em Genética e Toxicologia a Aplicada a Saúde: Universidade Luterana do Brasil - Ulbra.

Livros publicados: Estresse oxidativo na gênese das doenças cardiovasculares e suas implicações: o processo de envelhecimento. 1. ed. Ponta Grossa: Atena, 2023. v. 1. 150p. Competências socioemocionais no contexto pandêmico: desafios e possibilidades na formação docente sob o viés das neurociências. 1. ed. Aracajú: Artner, 2022. v. 1. 165p. Neurociências e Educação: Um Diálogo Promissor.1a. ed. Florianópolis: Integralize Corporation, 2022. Tratamentos da Doença de Alzheimer: Perspectivas e Suas Implicações Bioéticas. 1a. ed. São Paulo: Bookerfield, 2021. Capítulo de livro publicado: Evolução da Consciência e seus Desafios Contemporâneos. In: Carlos Eduardo Durgante; Paulo Rogério Aguiar. (Org.). Conectando Ciência, Saúde e Espiritualidade. 1a. ed. V:3, Porto Alegre: Francisco Spinelli, 2015, v. 3, p. 121-132.

DIÁLOGO PROFÍCUO ENTRE NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO NA FORMAÇÃO DOCENTE:

IMPACTO DAS EMOÇÕES NA SUBJETIVIDADE HUMANA

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2023

DIÁLOGO PROFÍCUO ENTRE NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO NA FORMAÇÃO DOCENTE:

IMPACTO DAS EMOÇÕES NA SUBJETIVIDADE HUMANA

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2023