

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS – ICEB
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS – MPEC**

Sirlândia Kelis Pereira Agra Galvão

**IMPLICAÇÕES DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA NA PRÁTICA
PEDAGÓGICA DE PROFESSORES DE BIOLOGIA**

Ouro Preto, MG
Fevereiro de 2017

Sirlândia Kelis Pereira Agra Galvão

**IMPLICAÇÕES DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA NA PRÁTICA
PEDAGÓGICA DE PROFESSORES DE BIOLOGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Hoffert Castro
Cruz

Área de Concentração: Biologia

Ouro Preto
Fevereiro de 2017

G182i Galvão, Sirlândia Kelis Pereira Agra.
Implicações da neurociência cognitiva na prática pedagógica de professores de biologia [manuscrito] / Sirlândia Kelis Pereira Agra Galvão. - 2017.
121f.: il.: color; grafs; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Luciana Hoffert Castro Cruz.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Mestrado Profissional em Ensino da Ciência. Programa de Pós-Graduação em Ensino da Ciência.

Área de Concentração: Ensino Básico e Educação Superior (Física, Química, Biologia).

1. Neurociência cognitiva. 2. Aprendizagem. 3. Formação de professores - Prática. 4. Ciências - Educação e ensino. I. Cruz, Luciana Hoffert Castro. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 510:377:378

Catálogo: www.sisbin.ufop.br



UFOP
Universidade Federal
de Ouro Preto

Ministério da Educação
Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências



MESTRADO PROFISSIONAL
EM ENSINO DE CIÊNCIAS

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aos vinte e dois dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e dezessete, no Auditório do Departamento de Matemática do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas (ICEB), desta Universidade, às 14 horas e 00 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta por Prof.^a Dr.^a Luciana Hoffert Castro Cruz, orientadora do trabalho e presidente da banca, Prof.^a Dr.^a Leonor Bezerra Guerra, membro externa ao Programa, e Prof. Dr. Marco Antonio Melo Franco, membro interno ao MPEC. A reunião teve por objetivo julgar o trabalho da aluna Sirlândia Kelis Pereira Agra Galvão, intitulado "*Implicações da neurociência Cognitiva na prática pedagógica de professoras de biologia*".

Em sessão pública, os trabalhos foram abertos pela presidente da banca. A seguir, foi dada a palavra à estudante para apresentação do trabalho. Em seguida, cada examinador(a) arguiu a examinada. Terminadas as arguições, procedeu-se o julgamento do trabalho, concluindo a banca examinadora por sua:

Aprovação.

() Aprovação com _____% de aproveitamento, condicionada à entrega de revisão proposta pela banca em até 60 (sessenta) dias.

() Reprovação.

Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da banca examinadora e pela candidata.

Ouro Preto, 22 de fevereiro de 2017.

Luciana Hoffert Castro Cruz
Presidente

Marco Antonio Melo Franco
Membro Interno

Leonor Bezerra Guerra
Membro Externa

Sirlândia Kelis Pereira Agra Galvão
Candidata

*Aos meus alunos que me apresentaram a esse
universo chamado Educação.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu Amado Criador e Senhor pela oportunidade de existência e sua presente graça em todos os momentos de minha vida;

Aos meus amados pais e irmãos pela motivação e carinho;

Ao meu querido marido Flávio pelo incentivo e apoio;

Aos meus preciosos filhos, Flávia e Dominic por sempre me esperarem com um sorriso inspirador;

Ao *Stúdio Agra7* por agregar qualidade ao produto desse trabalho;

Aos professores e diretores que participaram desse estudo e possibilitaram essa realização;

À professora Luciana Hoffert pelo apoio, orientação, atenção, disciplina, disponibilidade e carisma.

Ao corpo docente do MPEC pela competência e dedicação;

Aos professores Fábio Augusto e Gabriela Leal, pelas sugestões e contribuições valiosas para esse trabalho na banca de qualificação;

Aos professores Leonor e Marco Antônio pela prontidão em aceitar nosso convite para a banca de defesa;

Ao secretário Lucas por ser um facilitador agradável e eficiente;

Aos colegas discentes do curso da turma de 2015, que se tornaram amigos nessa jornada. Sentirei saudades.

RESUMO

A neurociência cognitiva vem despontando como uma ciência que oferece suporte científico à ciência da educação, pois objetiva aspectos inerentes ao cérebro humano como a recepção de informações, seu processamento e armazenamento na memória, dentre outros. O professor atua corriqueiramente intervindo na neurobiologia dos estudantes por meio de procedimentos pedagógicos que podem resultar em modificações eletroquímicas transitórias ou permanentes, concernentes às informações adquiridas. A aprendizagem é o ponto de interseção entre a Educação e as Neurociências. No âmbito escolar, ao receber uma informação, por meio do sistema sensorial, o cérebro do aluno se modifica bioquimicamente, a fim de estabelecer uma comunicação interneuronal. O conhecimento é materializado no córtex cerebral, mas nem todos os estímulos externos são armazenados. O cérebro prioriza padrões significativos; as informações processadas como importantes são armazenadas e o grau de importância varia de indivíduo para indivíduo. Para que as intervenções pedagógicas sejam mais assertivas é importante que o professor se aproprie de como o cérebro humano recebe informações, processa e armazena na memória. Esse trabalho de abordagem qualitativa se dedicou a analisar sob as perspectivas da neurociência cognitiva os procedimentos pedagógicos de três professores de biologia, bem como as contribuições da neurociência para o setor educacional. Com a aplicação de um pré-teste de sondagem foi possível aferir que os professores apresentaram pouco ou nenhum conhecimento sobre o cérebro e seus mecanismos de aprendizagem. Após observações das aulas expositivas, foi produzido um minicurso virtual sobre as bases neurocientíficas do processo ensino e aprendizagem, que abordou também os conhecimentos sobre o funcionamento cerebral, noções sobre emoções e plasticidade cerebral, enfatizando as estratégias docentes que podem potencializar a aprendizagem e aplicado na modalidade semipresencial para os professores envolvidos na pesquisa. Os professores foram, então, sondados por meio de um questionário pós-teste. Os resultados indicaram que houve receptividade do tema e os professores em unanimidade confirmaram a aplicabilidade dos preceitos tratados no minicurso e predisposição em adotar os procedimentos respaldados pelos princípios da aprendizagem cerebral. Dessa forma compreende-se que as pesquisas em neurociência cognitiva podem trazer uma contribuição efetiva para o contexto educacional.

Palavras-chave: Neurociências. Aprendizagem. Formação de professores. Ensino de Ciências. Prática docente.

ABSTRACT

The cognitive neuroscience is emerging as a science that gives scientific support to Education, and its purpose is to clarify some aspects of human brain function as reception of information, its processing and storage as memory, among others. Teachers usually interfere in student's neurobiology of students through educational procedures that result in transitional or permanent electrochemical changes concerning the information acquired. Learning is the point of intersection between Education and Neuroscience. At schools, students receive information through their sensory system, their brain are biochemically changed in order to establish an interneuronal communication. Knowledge is materialized in cerebral cortex. However, not all external stimuli are stored. Human brain prioritizes meaningful patterns; only important information is stored. It is worth pointing out that the degree of importance varies from individual to individual. Assertive educational interventions include teacher's knowledge about how human brain receives information, processes and stores it in memory. The present study involved a qualitative approach dedicated to analyze teaching procedures of three Biology teachers, as well as the contributions of Neuroscience for the Educational sector. A verification pretest was used to determine what teachers know about Neuroscience. Results showed that teachers presented little or no knowledge about the brain and learning mechanisms. After observation of their biology classes, they were invited to watch and study a virtual lecture about neuroscientific bases of teaching and learning process, about brain function, also understanding emotions and brain plasticity, and finally teaching strategies that can enhance learning. Teachers had the opportunity to discuss some question with the principal researcher of this study, to solve any doubt. The analysis of the observations made it possible to detect that the pedagogical practice was unaware of the principles governing the learning brain format, especially in aspects that encompass the formation of memory. The teachers were then probed through a post-test questionnaire. The results indicated that there was a good receptivity of the theme and the teachers were unanimous: they confirmed the applicability of the Neuroscience principles addressed in lecture and their predisposition to adopt procedures backed by Neuroscience and Learning principles. Therefore, it is understandable that the cognitive neuroscience research can bring an effective contribution to the educational context.

Keywords: Neuroscience. Learning. Teacher training. Teaching science. Teaching practice.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação do encéfalo humano.....	22
Figura 2 - Representação dos hemisférios cerebrais	22
Figura 3 - Representação dos lobos cerebrais	23
Figura 4 – Esquema do neurônio e células gliais	23
Figura 5 - Representação do neurônio pré e pós-sináptico e da sinapse química	24
Figura 6 - Presença de espículas dendríticas em células piramidais coradas por Cajal	25
Figura 7 - Caracterização dos tipos de memória	30
Figura 8 - Representação de componentes cerebrais relacionados à memória.....	31
Figura 9 - Representação do circuito cerebral de recompensa	37
Figura 10 - Períodos sensíveis para novas habilidades	48
Figura 11 - Representação esquemática de mecanismos da cognição	80
Figura 12 - Esquema explicativo sobre os tópicos de comportamentos incidentes.....	80

LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

Quadro 1: Classificação dos saberes docentes conforme Tardif (2002)	59
Quadro 2: Organização e gestão	75
Quadro 3: Estratégias de ensino	76
Quadro 4: Estado de ânimo do professor	77
Quadro 5: Interação	78
Gráfico 1: Retenção durante um episódio de aprendizagem	28
Gráfico 2: Concentração durante os episódios de aulas expositivas com intervalos	29
Gráfico 3: Compreensão inicial dos professores sobre neurociências	73
Gráfico 4: Desempenho docente em relação ao padrão da atenção	84
Gráfico 5: Desempenho docente em relação ao padrão da motivação	87
Gráfico 6: Desempenho docente em relação ao padrão da memória	91
Gráfico 7: Incidência de abordagens docentes nas dimensões neurocientíficas	92
Gráfico 8: Resultado dos questionários pós-testes	93

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
OBJETIVOS	16
JUSTIFICATIVA	17
METODOLOGIA	18
CAPÍTULO 01:	21
OS MECANISMOS CEREBRAIS DA CIÊNCIA DA COGNIÇÃO	21
1.1 BREVE HISTÓRICO DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA	21
1.2 NEUROFISIOLOGIA DA APRENDIZAGEM: COGNIÇÃO A PARTIR DA ATIVIDADE CEREBRAL	23
1.2.1 Atenção: o filtro de informações	28
1.2.3 Formação da memória: o arquivo criterioso	32
1.2.4 Plasticidade cerebral: a mutabilidade do aprendizado	35
1.2.5 Motivação e emoção: modulação da atenção e memória	38
1.2.6 Nutrição e sono	39
CAPÍTULO 02:	42
ARTICULAÇÃO ENTRE A NEUROCIÊNCIA COGNITIVA E TEÓRICOS DA APRENDIZAGEM	42
2.1 PRINCÍPIO DA DIVERSIDADE E GARNER	43
2.2 PRINCÍPIO DA INTERAÇÃO E VYGOTSKY	45
2.3 PRINCÍPIO DA SIGNIFICÂNCIA E AUSUBEL	47
2.4 PRINCÍPIO MATURACIONAL E PIAGET	49
2.5 PRINCÍPIO DA AFETIVIDADE E WALLON	52
CAPÍTULO 03:	55
INTERLOCUÇÃO ENTRE A NEUROCIÊNCIA E A EDUCAÇÃO	55
CAPÍTULO 04:	60
A TRAJETÓRIA DA FORMAÇÃO DOCENTE	60
4.1 COMO SE CONCEBE UM PROFESSOR	60
4.2 FORMAÇÃO CONTINUADA: MODELANDO A IDENTIDADE PROFISSIONAL	64
CAPÍTULO 5:	67

TRAJETÓRIA METODOLÓGICA.....	67
5.1 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS	67
5.2 OS PROFESSORES PARTICIPANTES	71
5.3 PROCEDIMENTOS ÉTICOS.....	72
CAPÍTULO 6:.....	74
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	74
6.1 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS	74
6.1.1 ETAPA 1: ANÁLISE DAS RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS PRÉ-TESTE	75
6.1.2 ETAPA 2: ANÁLISE DAS OBSERVAÇÕES DAS AULAS	76
6.1.3 ETAPA 3: TRATAMENTO DE DADOS COM BASE NOS PRINCÍPIOS NEUROCIENTÍFICOS..	81
6.1.3.1 Dimensão A: Atenção	82
6.1.3.2 Dimensão B: Motivação.....	87
6.1.3.3 Dimensão C: Memória.....	90
6.1.4 ETAPA 4: ANÁLISE DO PÓS-TESTE.....	95
6.1.4.1 Perspectivas dos professores integrantes da pesquisa.....	96
6.2 DISCUSSÕES	97
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
REFERÊNCIAS.....	106
APÊNDICE 1.....	114
APÊNDICE 2.....	116
ANEXO 1.....	118
ANEXO 2.....	118

INTRODUÇÃO

Em meio aos avanços tecnológicos de nossa sociedade, a educação escolar vem sendo alvo de críticas e discussões em relação aos resultados considerados insuficientes e sua própria estrutura (LIMA; AGUIAR; BRAGA, 2000). O sistema educacional vigente é considerado arcaico para a geração de alunos da era digital e os professores, ao entrarem em contato com os alunos, constatam que sua formação acadêmica pode estar aquém em relação ao que se é exigido em sala de aula (CAMPOS; NIGRO, 2009). Por muito tempo a função do professor se restringia à detenção dos conhecimentos, que seriam repassados em suas aulas, num planejamento rígido, sem levar em conta como os alunos poderiam compreender. Ao ignorar o processo de aprendizagem dos alunos, a dinâmica educacional se torna incongruente, pois a aprendizagem efetiva não se trata apenas de uma simples memorização de conteúdos, pois o aluno deve ser capaz de estabelecer relações e construir ativamente significados (CAMPOS; NIGRO, 2009). É percebido que a prática docente predominante apresenta ainda moldes tradicionais, com tendências behavioristas e com o foco principal no professor transferidor do saber (VASCONCELOS, 2003). Para atender as demandas do setor educacional corrente é mister que o professor se identifique como “*conceptor-dirigente de situações de aprendizagem*”, ou seja, que se posicione de forma gerenciadora e admita na prática que o processo de ensino vai além de um repasse de informações, mas se dá por uma intensa atividade cerebral do aluno, que desenvolve ideias, estabelece relações, comparações e julgamentos a partir daquilo que já sabe (PERRENOUD, 2000).

Dentro dessa ideia, cabe ao professor se preocupar em compreender como o aluno aprende e a partir de então caminhar na perspectiva de como ensinar. A aprendizagem do aluno é um processo intrínseco e pessoal, mesmo que seja analisado nas generalizações do coletivo. Conforme Consenza e Guerra (2011) ela se traduz em competências e habilidades expressas em comportamentos produzidos pela atividade do sistema nervoso. Ao longo dos últimos anos, os estudos sobre cérebro veem desvendando os processos cognitivos, podendo dar um respaldo fisiológico a área educacional, compreendida predominantemente na área humana e comportamental. O conhecimento do cérebro e suas funcionalidades embora recentes podem propiciar uma colaboração para o campo da educação,

uma vez que o cérebro é o substrato biológico para a aprendizagem (CONSENZA; GUERRA, 2011). Os estudos em neurociências objetivam o funcionamento do sistema nervoso, contemplando assim os aspectos inerentes ao cérebro humano como a recepção de informações, seu processamento e armazenamento na memória, condição indispensável para a aprendizagem (LENT, 2004).

Consciente sobre a contribuição da neurociência para o setor educacional, o presente trabalho buscou colaborar para estreitar as relações entre as ciências do cérebro e as ciências educacionais no âmbito da aprendizagem.

Objetivos

Este trabalho teve como objetivo central analisar a prática pedagógica de três professores de biologia sob as perspectivas da neurociência cognitiva por meio de questionários, observações e aplicar um minicurso sobre os princípios norteadores da aprendizagem cerebral. Para alcançar esse objetivo foram realizadas as seguintes ações específicas:

- ✓ Verificação das atuais estratégias pedagógicas de três professores de biologia a partir da observação presencial de suas aulas;
- ✓ Exame das estratégias pedagógicas observadas sob a perspectiva das neurociências;
- ✓ Levantamento de pontos de interesse das análises que poderão ser abordados no minicurso interativo sobre as bases neurocientíficas da aprendizagem e suas aplicações no contexto escolar;
- ✓ Elaboração do produto, que se trata de um minicurso virtual em DVD-ROM apresentando a abordagem teórica e prática sobre a neurociência no contexto escolar;
- ✓ Aplicação semipresencial do minicurso produzido na pesquisa para os três professores de biologia;
- ✓ Análise e discussão a partir da comparação de questionários sobre o impacto dos conhecimentos sobre as bases neurocientíficas da aprendizagem e suas aplicações na educação.

Justificativa

Ao entrar em contato com os alunos o professor levanta a recorrente questão: *Como ensinar?* Para obter a resposta coerente faz-se necessário perguntar também: *Como o aluno aprende?* Vários estudiosos ao longo do tempo têm buscado e desenvolvido teorias de aprendizagem que consideram o aspecto cognitivo na procura de identificar quais elementos que colaboram para a obtenção de uma aprendizagem notável. Dessa forma, os cursos de formação de professores disponibilizam um vasto material sobre a aprendizagem respaldado nas ciências humanas. Contudo ainda não se obteve uma resposta ampla e satisfatória o suficiente que finde as discussões a respeito do questionamento sobre a aprendizagem do aluno. O entendimento dos processos fisiológicos mentais, os mecanismos de atenção e memória são questões abordadas pela neurociência cognitiva trazem um novo viés ao processo de aprendizagem e podem contribuir para ampliar o debate educacional.

A compreensão sobre o funcionamento do cérebro nas dimensões cognitivas irá favorecer a escolha de estratégias pedagógicas coerentes para cada situação de aprendizagem vivenciada no ambiente escolar (RELVAS, 2011). É nessa premissa que a presente pesquisa se assenta, de contribuir com a divulgação dos conhecimentos da neurociência a partir de uma investigação que ultrapassa os limites do laboratório de neurobiologia e alcança a sala de aula. Conforme Relvas (2011) é primordial que os educadores explorem as interfaces da aprendizagem, conhecendo a biologia cerebral para o redimensionamento do sujeito aprendente. Se o professor é ciente dos mecanismos cerebrais que propiciam a aprendizagem, estará mais preparado para explorar as peculiaridades de estilos de aprendizagem, dando um novo significado à sua prática (SOARES, 2003). Quando o educador se apropria dos saberes necessários sobre os processos mentais dos estudantes, ele se concebe como gestor de situações elementares para a ocorrência de alterações no âmbito cerebral que resultem na construção e registro do conhecimento.

Outro ponto a ser considerado nesta pesquisa é quanto à necessidade da investigação em ambientes educativos, que permite a remodelagem das descobertas científicas dos processos cognitivos, pois grande parte dos estudos em Neurociência Cognitiva se restringem a ambientes laboratoriais. Acredita-se que a

proposta de pesquisas que relacionem as duas áreas, uma de caráter científico neurofisiológico e outra voltada para a prática educacional, trará contribuições para ambas. Sendo assim essa pesquisa pretende cooperar para que as descobertas neurocientíficas possam passar pelo crivo de uma pesquisa empírica no contexto escolar, o que favorece a construção de conclusões mais assertivas.

Metodologia

Esse trabalho de caráter qualitativo se respaldou numa investigação sob a perspectiva da Neurociência Cognitiva das práticas pedagógicas adotadas por três professores de biologia, dois na cidade de Ouro Branco, e um professor na cidade de Ouro Preto, ambas em Minas Gerais. Observou-se a prática docente em vigor dentro da sala de aula e a partir de então foi produzido um minicurso sobre as bases neurocientíficas da aprendizagem e suas aplicações no contexto escolar para os professores participantes do estudo.

Na primeira etapa da coleta de dados, os três professores participantes responderam a um pré-teste de sondagem (Apêndice 1), sob a forma de um questionário elaborado com a finalidade de mensurar os conhecimentos dos professores sobre os princípios da Neurociência Cognitiva. A partir de então, foram analisadas quatro aulas expositivas de cada professor, por meio de filmagens e anotações pela pesquisadora, totalizando 12 horas de aula. De posse dos dados obtidos, a pesquisa prosseguiu com uma análise crítica a respeito do proceder docente em sala de aula, sendo avaliadas as atitudes que podem se alinhar ou não com os mecanismos cerebrais da aprendizagem. O próximo passo consistiu na elaboração do produto desta dissertação, que se trata da produção de um minicurso interativo em DVD-ROM, cujo conteúdo aborda as bases neurocientíficas da aprendizagem e suas aplicações no contexto escolar. O minicurso apresenta os aspectos básicos da anatomia e fisiologia do sistema nervoso, com ênfase nas estruturas relacionadas à área cognitiva; fatores internos e externos que possibilitam o surgimento e consolidação de sinapses; a relação entre memória e emoções; fatores peculiares à atenção e estratégias pedagógicas que se submetem ao formato de aprendizagem cerebral.

A aplicação do minicurso se deu de forma semipresencial, em que cada professor recebeu o minicurso em mídia e assistiram os módulos conforme a

conveniência de horário e local de cada um, sendo também realizados encontros presenciais com a pesquisadora durante o período destinado à aplicação do minicurso, com intuito de esclarecer possíveis dúvidas, compartilhar experiências e dialogar a respeito do tema. A proposta do minicurso oferecido em DVD-ROM aos professores de biologia possibilitou futuras consultas pelo educador sempre que oportuno.

Após a realização do minicurso interativo foi aplicado um questionário sob a forma de um pós-teste, como se segue no apêndice 2, com caráter analítico das percepções dos professores sobre o tema tratado no minicurso. Neste caso, com os objetivos de mensurar a compreensão sobre os temas abordados, analisar a pertinência da temática na formação continuada de professores e verificar conforme a perspectiva destes a aplicabilidade dos conceitos e a predisposição pessoal em adotar uma prática diferenciada.

Os dados recolhidos nessa pesquisa foram organizados em tabelas e gráficos em que se observa um comparativo entre as atitudes docentes e os princípios da Neurociência Cognitiva. Os resultados fomentaram a discussão sobre as implicações da neurociência na prática pedagógica dos professores de biologia integrantes dessa pesquisa.

Mediante as ações supracitadas, esse estudo se dedicou ao seguinte problema de pesquisa: Como a prática pedagógica dos professores de biologia é vista sob o olhar dos princípios da Neurociência Cognitiva?

Essa pesquisa pretende discursar sobre a questão norteadora e abordar também como os conhecimentos do professor sobre os estudos da Neurociência Cognitiva podem influenciar na postura docente (SOARES, 2003). Contudo, para que essa intervenção seja assertiva é imprescindível que o professor compreenda os mecanismos cerebrais relacionados à aprendizagem e esteja ciente de critérios que podem favorecer a elaboração de estratégias pedagógicas mais adequadas ao processo de aprender.

O presente estudo está organizado em seis capítulos. Iniciou-se o primeiro capítulo com uma apresentação dos tópicos biológicos subjacentes à cognição. Abordou-se como o cérebro recebe as informações e reage a elas a fim de produzir o registro do conhecimento.

No segundo capítulo foi apresentada uma abordagem que relaciona os princípios da neurociência com alguns pontos dos teóricos da educação, com o intuito de observar similaridades nas conclusões de estudos episódicos.

O terceiro capítulo analisou a pertinência de integração entre a Neurociência Cognitiva e o setor educacional com o intuito de compreender as barreiras que ainda distanciam essas ciências. Assim, como a identificação de possíveis apontamentos que poderão corroborar para a efetivação dessa interlocução.

A seguir no capítulo quatro direcionou-se a uma reflexão sobre a formação docente, expondo as contribuições de TARDIF (2002) e NÓVOA (2015). Foram pontuados os desafios presentes no contexto de concepção do professor. A partir desses pressupostos, busca-se refletir como os estudos em neurociência podem contribuir para a formação da identidade desse profissional.

Posteriormente no quinto capítulo indicou-se a trajetória metodológica utilizada neste trabalho. Descrevendo-se detalhadamente os instrumentos de pesquisa e procedimentos adotados, os professores participantes e procedimentos éticos necessários para a execução das etapas que compõem a pesquisa.

O capítulo seis discorre sobre os resultados obtidos em cada fase da pesquisa. Primeiramente foram analisadas as respostas dos questionários aplicados no momento inicial, em seguida os dados obtidos nas observações foram agrupados em tabelas que indicam a incidência dos comportamentos dos professores durante as aulas. Conforme esses critérios de observações designou-se uma categorização dos dados em três dimensões da neurociência: atenção, motivação e memória. Sucessivamente, apresentou-se a análise das respostas do pós- teste e houve a avaliação das perspectivas dos professores após a aplicação do minicurso sobre neurociências.

CAPÍTULO 01:

OS MECANISMOS CEREBRAIS DA CIÊNCIA DA COGNIÇÃO

1.1 Breve histórico da Neurociência Cognitiva

Conforme Herculano-Houzel (2005), a neurociência é classificada como uma ciência nova, com uma média de 150 anos, tendo um maior avanço na década de 90, nomeada década do cérebro. A partir desse período os estudos do funcionamento cerebral passaram a propor resultados cada vez mais significativos.

O termo neurociência cognitiva surgiu no final de 1970, cunhado por um grupo de cientistas das Universidades Rockefeller e Cornell, que se dedicavam ao estudo de como o cérebro dá origem à mente (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2002). A data pode parecer relativamente recente, porém representa um marco resultante de vários estudos desenvolvidos anteriormente. O primeiro neurônio como unidade isolada foi descrito por Santiago Ramon Y Cajal, em 1853. A partir dessa descrição as pesquisas sobre o sistema nervoso se dedicavam aos estudos que enfatizavam o neurônio como unidade. No início do século XX, o renomado fisiologista inglês Sir Charles Sherrington criou o termo sinapse para descrever a junção entre dois neurônios (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2002). Essa descoberta deu um novo viés às pesquisas, pois pela primeira vez, todos os argumentos e conclusões se assentaram no pressuposto de um funcionamento em rede. Isso declinou também o princípio de localização cerebral, que defendia que as regiões cerebrais delimitavam funções específicas, ou seja, havia uma ausência da visão holística que se baseia nas intercomunicações de áreas cerebrais. As conclusões dos estudos deram origem à teoria neuronal. Segundo essa teoria, o número de neurônios estaria estabelecido desde o nascimento para cada indivíduo (KREBS, 2013). No processo de envelhecimento haveria uma considerável perda de neurônios com limitação progressiva do funcionamento cerebral. Acreditava-se que o cérebro humano alcançasse seu desenvolvimento e crescimento máximo entre 20 e 30 anos (RATO, CALDAS, 2010). Após este período, haveria um declínio intelectual relacionado à perda neuronal (SCORZA et al, 2005). Acentuou-se o princípio de que a infância e adolescência seriam as melhores fases para se aprender e que a vida adulta não seria uma etapa adequada para a aprendizagem (FERNÁNDEZ, 2002). Estas ideias

acabaram influenciando a educação por muito tempo, mas atualmente estes paradigmas estão sendo superados, uma vez em que se atribui a aprendizagem a múltiplos fatores, como o estado geral de saúde, nível socioeconômico e eficiência de estímulos. O que se tem comprovado é que, entre o nascimento e a adolescência, novos circuitos neuronais serão construídos em consequência da interação com o ambiente e da estimulação adequada. Este processo desacelera no adulto, mas não é interrompido durante toda a vida, sendo conhecido como neuroplasticidade (LENT, 2004).

Ao final do século XX, surge uma teoria neuronal reformulada, estabelecendo conceitos que reconhecem o neurônio como uma célula capaz de se modificar, estrutural e funcionalmente, após lesões ou estímulos adequados, provocando uma reorganização cerebral que atenda cada fase de vida do indivíduo (RATO; CALDAS, 2010). O cérebro é entendido como um sistema aberto, auto organizável, que funciona em circuitos de rede, para atender cada etapa da vida da pessoa. Esses avanços só foram possíveis a partir dos diversos progressos técnicos como a detecção da eletricidade nos impulsos nervosos e microscopia, o que possibilitou o estudo do cérebro pelo método científico (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2002). O surgimento de tecnologias com imagens funcionais, como tomografia por emissão de pósitrons (PET) e o aperfeiçoamento das técnicas de Ressonância Magnética (MRI) contribuíram significativamente para a validação científica da investigação do sistema nervoso (KREBS, 2013).

Enquanto os cientistas se dedicavam ao estudo clínico do cérebro, os psicólogos defendiam que poderiam justificar comportamentos e estudar a mente a partir de análises de comportamentos baseados na lógica, na estatística, nas probabilidades e associações. Thorndike (1911) observou que a resposta a uma recompensa estaria gravada no organismo como uma resposta habitual. Se não existisse recompensa após a resposta, esta desapareceria. Assim, as recompensas eram responsáveis por disponibilizar um mecanismo que estabelecesse uma resposta mais adaptativa. Segundo Mora (2004) essa ideia se assemelha um pouco com a teoria da seleção natural de Darwin, pela qual Thorndike (1911) foi profundamente influenciado (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2002).

A dominância behaviorista e a psicologia do estímulo-resposta perduraram por muito tempo, até que em 1951, George Miller publicou um livro que rejeita a ideia de que a psicologia deveria estudar somente o comportamento. Igualmente, o

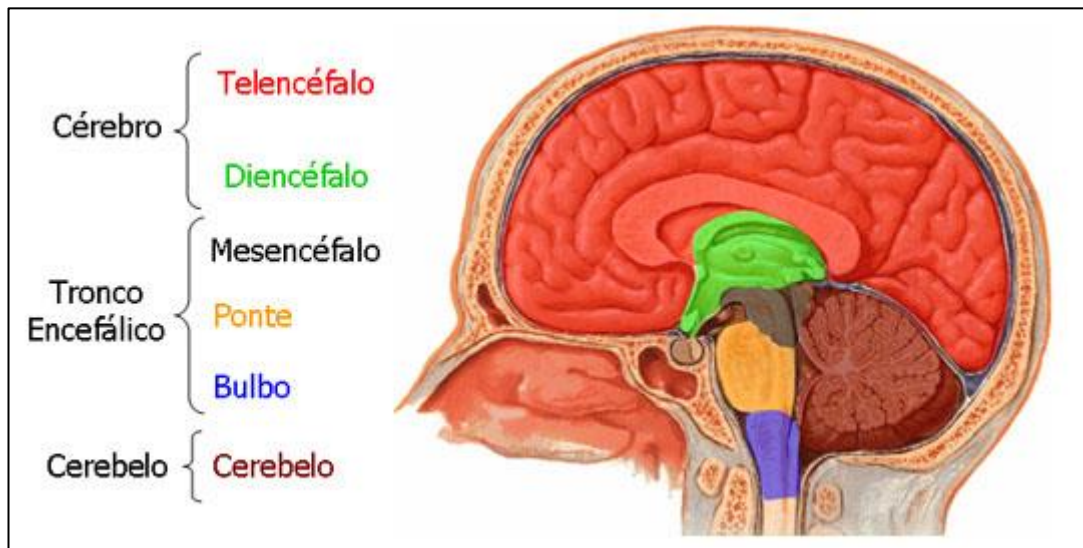
psicólogo do desenvolvimento Jerome Bruner (1960) foi despertado para o estudo de mecanismos superiores envolvidos no pensamento, demonstrando um interesse na cognição. Esses fatos contribuíram significativamente para que os estudos relacionados à cognição ganhassem considerações no campo da psicologia. Nesse contexto interdisciplinar surgem as teorias da Neurociência Cognitiva. Estes conhecimentos vêm provocando mudanças nas várias ciências, como na educação, abrindo novas possibilidades de intervenções mais adequadas sobre o cérebro humano, no que tange a cognição (SCORZA, et al, 2005).

1.2 Neurofisiologia da aprendizagem: cognição a partir da atividade cerebral

O cheiro de uma flor, a imagem de uma paisagem, o sabor do alimento, o afago de um toque delicado e o movimento brusco da cabeça ao ouvir seu nome, são pequenos eventos cotidianos que nos permitem viver e explorar o mundo ao nosso redor. O sistema sensorial permite a entrada de estímulos que são processados em um “computador” complexo e *in natura* que é nosso cérebro. Os dados são armazenados e interligados, dando a forma original e exclusiva do indivíduo, que é fruto dessa rede de informações, selecionadas pelo que se ouve, se vê, se toca, se cheira, se degusta e se emociona. Tudo que o indivíduo aprende ao longo de sua existência dá o desenho ou *design* de suas conexões neurais (LENT, 2004). A aprendizagem, portanto, se concretiza quando o cérebro configura uma rede de neurônios interligados por substâncias de caráter eletroquímico.

A adaptação ao ambiente se dá pela aprendizagem, uma habilidade desenvolvida de maneira mais exitosa pela espécie humana, embora seja observado de forma mais modesta que algumas espécies também podem aprender. A capacidade humana de estabelecer conexões neurais de forma abundante possibilita o registro de informações no sistema nervoso. Com base em critérios anatômicos o sistema nervoso humano se divide em sistema nervoso central e sistema nervoso periférico. O sistema nervoso central compreende o encéfalo com o cérebro, tronco encefálico e cerebelo, juntamente com a medula espinhal (figura 1). O sistema nervoso periférico é formado por nervos, gânglios e terminações nervosas (LENT, 2004).

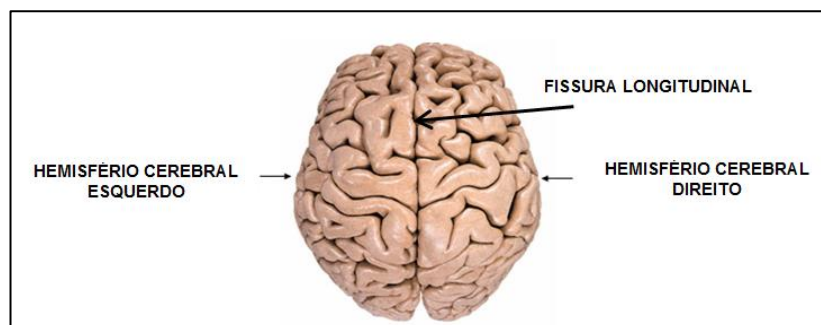
Figura 1 - Representação do encéfalo humano



Fonte: Machado (1991)

Esse trabalho irá se restringir a alguns aspectos anatômicos do cérebro, onde ocorre o processamento da informação após ser recepcionada. O cérebro humano é dividido em duas metades chamadas hemisférios, direito e esquerdo, por meio da fissura longitudinal (figura 2).

Figura 2 - Representação dos hemisférios cerebrais

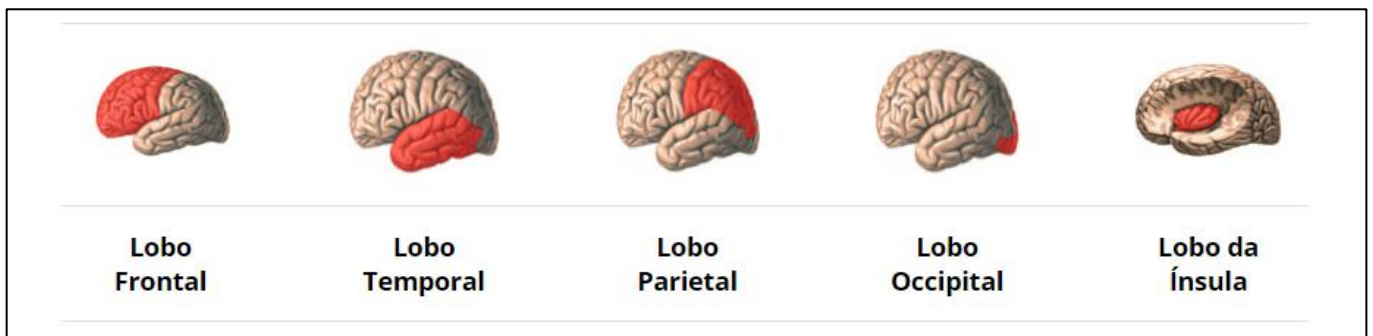


Fonte: Netter (2000)

A parte mais externa é formada pela substância cinzenta, constituída de corpos de neurônios e denominada de córtex cerebral, pode ser dividido didaticamente em cinco lobos: lobo occipital; lobo parietal; lobo temporal, lobo frontal e mais internamente o lobo insular (figura 3). A maturação das áreas cerebrais ocorre em períodos distintos da vida e completam seu desenvolvimento no fim da adolescência, por volta de 18 a 20 anos, na região do córtex pré-frontal,

localizado no lobo frontal, que é responsável principalmente por modular o comportamento impulsivo e funções inibitórias, além de processar a memória de trabalho (LENT, 2004).

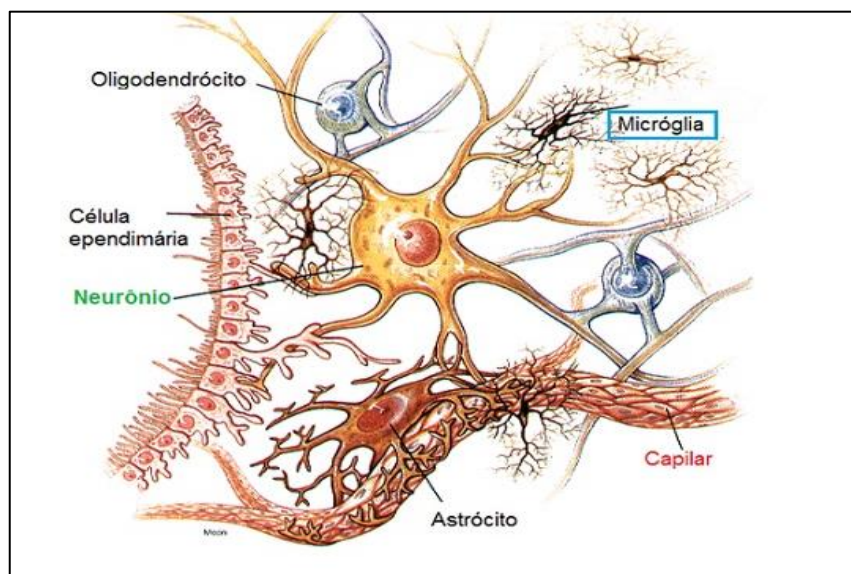
Figura 3 - Representação dos lobos cerebrais



Fonte: Netter (2000)

A nível histológico o cérebro é composto pelo tecido nervoso. Este compreende basicamente dois tipos de celulares: os neurônios e as células gliais (figura 4). As células gliais centrais, ou neuroglia central (oligodendrócitos, células ependimárias, astrócitos e micróglia) ocupam os espaços entre os neurônios e tem como função sustentação, revestimento ou isolamento e modulação da atividade neural (LENT, 2004).

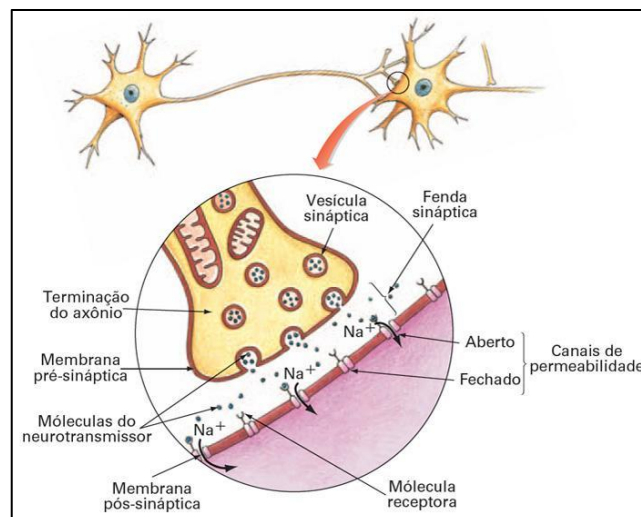
Figura 4 – Neurônio e células gliais



Fonte: Carda (2010)

Os neurônios são unidades estruturais e funcionais do sistema nervoso especializados na comunicação rápida. Tem a função básica de receber, processar e enviar informações. No encéfalo adulto existem cerca de 86 bilhões de neurônios. A maioria dos neurônios possui três regiões responsáveis por funções especializadas: corpo celular, dendritos e axônios. Cada neurônio pode receber informações de cerca de 20 mil neurônios e enviar para outros 20 mil neurônios (LENT, 2004). Assim, a quantidade de conexões é quase infinita formando uma complexa rede que possibilita a interação do organismo com o ambiente. Essas conexões se dão pela propagação de impulsos nervosos em função da constituição da membrana plasmática do neurônio, com a presença de diferentes canais iônicos que torna possível a geração e condução de sinais bioelétricos e químicos entre neurônios (LENT, 2004). Geralmente, o impulso nervoso é transmitido de um axônio terminal para os dendritos de outro neurônio, não havendo continuidade celular e sim um espaço denominado fenda sináptica, preenchido por um fluido que interrompe o impulso elétrico (LENT, 2004). Porém a excitação elétrica da membrana emissora pré-sináptica promove a liberação de substâncias químicas, os neurotransmissores, que se difundem até os receptores pós-sinápticos, isso permite o trânsito de íons e estabelece a comunicação entre a rede de neurônios (figura 5).

Figura 5: Representação do neurônio pré e pós-sináptico e da sinapse química

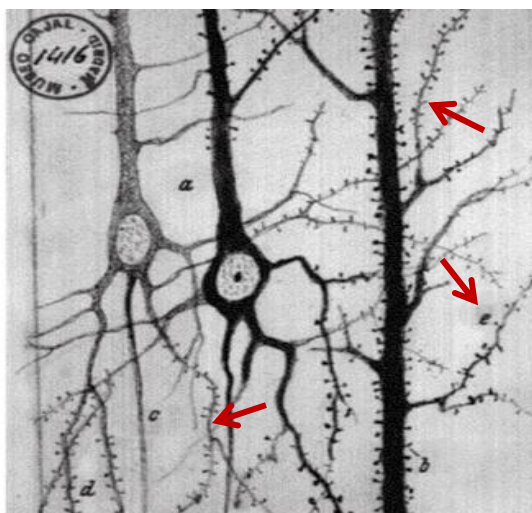


Fonte: Krebs (2013)

No âmbito escolar, ao receber uma informação, por meio das entradas do sistema sensorial, como o visual, o auditivo, o olfatório, o gustativo e as sensações somestésicas, o cérebro do aluno se modifica bioquimicamente, a fim de reter o que

é significativo. Os órgãos dos sentidos recebem os estímulos ambientais na forma de energia que é processada e interpretada em regiões cerebrais correspondentes. A energia recebida é convertida em sinais elétricos (potencial de ação) que são propagados de neurônio a neurônio pelas sinapses, conforme descrito anteriormente. De acordo com a intensidade e recorrência dos estímulos, a comunicação entre os neurônios é potencializada por interconexões paralelas, ocasionadas pelo crescimento de prolongamentos nos dendritos, denominadas de espículas dendríticas (figura 6).

Figura 6: Presença de espículas dendríticas em células piramidais coradas por Cajal



Fonte: Sallet (2009)

Esses componentes promovem uma amplificação dos sinais e dessa forma um melhor processamento de informações. A medida que se aumenta o número de conexões, cresce também o sentido do padrão de reconhecimento cerebral e assim a aprendizagem vai sendo consolidada. A relevância na neurofisiologia não é a quantidade de neurônios e sim o número de conexões existentes ativamente (HERCULANO-HOUZEL, 2005). Oportunizar aos estudantes um envolvimento ativo com o conteúdo, se valer de conhecimentos já adquiridos e utilizar a recursividade num ambiente motivador são atitudes que promovem a formação de espículas dendríticas no cérebro do estudante (RELVAS, 2010)

Portanto, o professor exerce um papel fundamental nesse processo, uma vez que sua maneira de abordar e discorrer os assuntos poderá ou não favorecer a formação de conexões neuronais. Se o professor estiver ciente dos processos

neurofisiológicos, a elaboração de atividades de intervenção que explore as possibilidades que o cérebro apresenta será facilitada. Nesse norte, a utilização de estratégias pedagógicas que valorizem o funcionamento cerebral contribuirá para uma aprendizagem efetiva, ou seja, as informações recebidas e discutidas no ambiente escolar serão materializadas num aglomerado bioquímico no córtex cerebral.

Segue-se adiante no decorrer desse capítulo, como se dá a consolidação de informações no sistema nervoso, a partir de sua captação pelo sistema sensorial. Será apresentada a dinâmica dos componentes cognitivos, em que os estímulos ambientais são captados e selecionados pela atenção, armazenados na memória, e modificados pela plasticidade cerebral. Será enfatizado o papel da motivação e da emoção nos processos cognitivos, assim como a importância da nutrição e sono, como elementos que subsidiam a fisiologia orgânica.

1.2.1 Atenção: o filtro de informações

A todo instante o sistema nervoso está recebendo e processando os estímulos do ambiente de forma simultânea. Durante uma aula expositiva, o cérebro do aluno se encarrega de processar a voz do professor, a voz de colegas, os ruídos externos, as imagens ao seu redor, a codificação das letras e a associação ao som, a novidade que precisa contar ao colega, alguma preocupação que trouxe de casa, o movimento motor do ato de escrever e ao mesmo tempo correlacionar tudo isso com os parâmetros internos a fim de propiciar o raciocínio, somando a esse contingente de informações os inúmeros atributos das funções vegetativas. Enfim, são várias ações conscientes e inconscientes a serem gerenciadas pelo sistema nervoso, orientadas pelos modos de atenção involuntária e voluntária (GONÇALVES, 2009). A atenção involuntária ocorre quando um estímulo extrínseco desvia a atenção do indivíduo. Já a atenção voluntária, conforme Dalgarrondo (2000), pode ser classificada em três subtipos: atenção alternada - que trata da capacidade de substituição de estímulos, alternando o foco; a atenção dividida - que é a execução de várias tarefas simultâneas, o que compromete o desempenho da atividade; a atenção seletiva - ocorre quando o indivíduo concentra os processos mentais em um objeto, estímulo ou situação e coloca em segundo plano as demais situações (GONÇALVES, 2009).

Para a retenção de informações relevantes é imprescindível perfeito funcionamento do mecanismo da atenção, pois é a partir dele que o indivíduo passa a desenvolver habilidades e quando ocorre o registro na memória o desempenho dessa competência ocorre com o mínimo esforço cognitivo. Porém a capacidade do cérebro é restringida pelo esgotamento de recursos biológicos, dessa maneira ele realiza a triagem de informações julgadas relevantes para a sobrevivência e dispensa as demais indicações. Esse mecanismo é direcionado não apenas pela história prévia do selecionador e o significado emocional dos estímulos, mas depende também de expectativas geradas por eventos inovadores e surpreendentes. Um dos critérios para a organização cerebral é a busca por padrões significativos, as informações processadas como pertinentes são armazenadas. O filtro que julga o nível de relevância das informações tem por base as experiências anteriores que já produziram modificações no cérebro deixando “pistas” do aspecto emocional (IZQUIERDO, 2004). Portanto o conceito de “significativo” varia de indivíduo para indivíduo. A informação geralmente não é vista sob uma forma totalmente objetiva porque o nosso processo de recepção é despertado pelos estímulos que capturaram nosso interesse no passado e foram registrados. Em função desse processo de triagem cerebral de informações, algumas limitações são impostas ao indivíduo. Uma consequência disso para o contexto escolar é o tempo em que o aluno consegue manter a atenção seletiva ou concentração numa aula expositiva.

Sousa (2006) propôs uma pesquisa, em que iria avaliar a variação da atenção seletiva, propícia à retenção de informações em função do intervalo de tempo, numa aula de 40 minutos. Os resultados desse estudo, descritos no gráfico 1, apontam que a concentração é maior nos primeiros momentos, denominado de “Melhor Tempo” por volta dos 10 a 18 minutos, segue-se a isso um tempo de baixa atenção, durante uns 8 a 10 minutos, após esse período de abstração, a atenção seletiva apresenta um aumento, porém de menor intensidade que no primeiro momento.

Gráfico 1: Retenção durante um episódio de aprendizagem

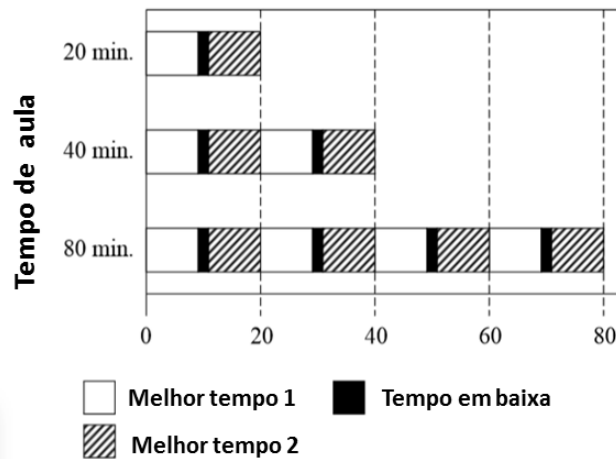


Fonte: Sousa (2006), traduzido

Esse estudo indica uma situação que pode ser constatada em sala de aula, os estudantes tem dificuldade de manter o foco em uma aula de exposição oral por um período prolongado. Dentre as metodologias utilizadas pelo professor, as aulas expositivas estão entre as mais frequentes. É corrente a ideia de que uma sala com alunos quietos, calados e olhando para o professor falando durante horas sinaliza um efetivo processo de atenção. Faz-se importante salientar que a atenção no contexto escolar não se refere a um processo de focalização rígida, no qual o aluno se fixa como expectador num formato linear de repasse de conteúdos. Por parte dos professores, são comuns frases do tipo: *"Preste atenção que eu explico uma vez só"*; *"Não gosto de ser interrompido quando estou falando!"* ou *"Se eu responder agora vou interromper meu raciocínio"* ainda, *"Guardem as perguntas para o final."* Do ponto de vista das Neurociências, esses comportamentos que distanciam o envolvimento do aluno não propiciam a atenção e internalização de informações, portanto não promovem aprendizagem. O "monopólio da atenção passiva" instituído em algumas aulas não colabora para efetivar conhecimentos, uma vez que o registro dessas informações pode ser obsoleto para o julgamento cerebral. O perpassar de informações de forma expositiva é necessário e relevante, porém o professor deve-se valer de outras estratégias para direcionar a aula de forma dialógica e participativa favorecendo assim um ambiente propício ao desenvolvimento da atenção seletiva.

Os estudos de Sousa (2006) sugerem que o professor divida as aulas em períodos de 20 minutos, com o objetivo de reduzir o tempo de baixa retenção (gráfico 2).

Gráfico 2: Concentração durante os episódios de aulas expositivas com intervalos



Fonte: Sousa (2006), traduzido

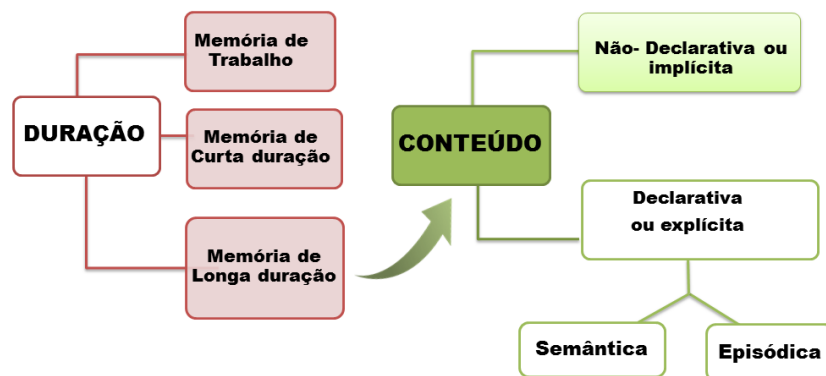
Dessa maneira, o professor poderá alternar métodos, introduzindo uma atividade, realizando um experimento, apresentando um vídeo curto, promovendo um debate ou qualquer outro recurso que o permite alternar a exposição oral e envolva a atuação do aluno. O processo efetivo de atenção seletiva viabiliza um ambiente com possibilidades criativas e dialógicas em que a atenção é compartilhada entre os pares e o professor atua a partir da coordenação de pontos de vista.

1.2.3 Formação da memória: o arquivo criterioso

Nem todos os estímulos externos são armazenados no cérebro, ou seja, nem toda informação se materializa em conhecimento cognitivo. O resultado desse processo seletivo mental é denominado memória. O neurocientista Eric Kandel (2009) definiu a formação da memória com a seguinte afirmação: “Memória é o processo de arquivamento seletivo de informações, consolidando-se no conjunto de processos neurológicos e psicológicos que possibilitam a aprendizagem (KANDEL, 2009, p.39).” As memórias se submetem as alterações moleculares das sinapses entre os neurônios. A maioria das sinapses ocorre pela liberação de neurotransmissores, podendo estimular ou inibir o neurônio seguinte. Sendo assim, a construção da memória depende da formação, consolidação e evocação de sinapses nas áreas do encéfalo (IZQUIERDO et al, 2006).

O estudo da memória diferencia seu processamento em módulos que funcionam de forma interdependente e simultânea. Pode ser caracterizada quanto à duração e conteúdo, como esquematizado na figura 7 e explanado adiante.

Figura 7: Caracterização dos tipos de memória



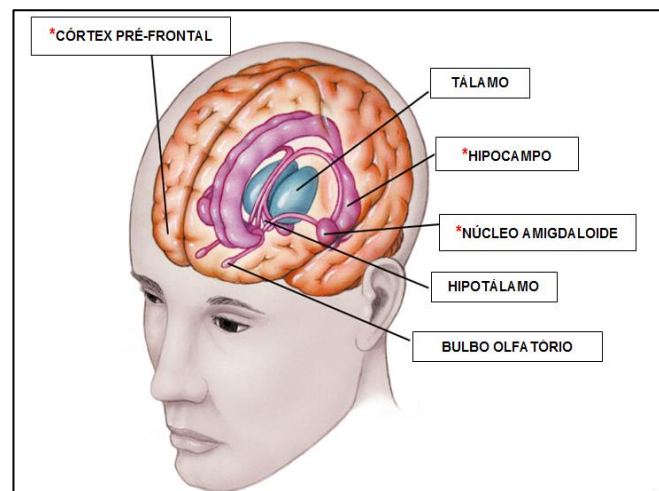
Fonte: Vargas (1995) adaptado

Quanto ao tempo de retenção a memória pode ser categorizada em memória de trabalho; memória de curto prazo e a memória de longo prazo.

A memória de trabalho é a memória que persiste por segundos ou poucos minutos durante a atividade elétrica de neurônios no córtex pré-frontal, hipocampo e a núcleos amigdaloides (figura 8). Nesse tipo de memória, as informações não são armazenadas.

As memórias que persistem por cerca de minutos a seis horas são denominadas de memória de curto prazo, que utiliza processos bioquímicos no hipocampo e córtex entorrinal. É fundamental para os momentos da aquisição e evocação de todos os tipos de memória. A memória de curto prazo possibilita o armazenamento temporário de informações que serão úteis apenas para o raciocínio imediato e a resolução de problemas, ou comportamentos, podendo ser esquecidas logo a seguir. Essa memória nos permite gerenciar a realidade. A proficiência é mantida pela memória de curta duração provisoriamente, até que a memória de longa duração alcance sua forma definitiva. Apesar de fazerem parte de um mesmo processo, funcionam de forma paralela (XAVIER, 1993).

Figura 8: Representação de componentes cerebrais relacionados à memória



Fonte: Martin (2013) adaptado

A memória de longa duração permanece por muitas horas, dias ou anos, fica localizada no córtex cerebral. Sua formação requer uma sequência de passos moleculares que dura de 3 a 6 horas. Quanto ao conteúdo, a memória de longa duração se subdivide em memória declarativa e não-declarativa. A memória não declarativa se refere às habilidades e condicionamentos sendo armazenada no cerebelo, no estriado e nos núcleos amigdalóides. Nela estão as informações das quais não se tem acesso consciente (IZQUIERDO, BEVILAQUA, CAMMAROTA,

2006). Sua evocação ocorre pela execução da habilidade, como andar de bicicleta, por exemplo. Já a memória declarativa é direcionada a fatos, lembrança de datas, sequência numérica, enfim tudo a que se refere por meio de palavras, de modo consciente. A memória declarativa ainda pode ser semântica ou episódica. A memória semântica se relaciona ao significado das palavras já a memória episódica envolve datas de eventos (XAVIER, 1993).

A memória declarativa tem como estruturas o hipocampo, regiões específicas da amígdala e córtex. Essas regiões recebem também terminações de vias nervosas vinculadas com o afeto, os estados de consciência e ansiedade. São as vias colinérgicas, serotoninérgica, a dopaminérgica e a noradrenérgica, que utilizam como neurotransmissores, a acetilcolina, serotonina, dopamina e a noradrenalina, respectivamente. Os neurotransmissores são substâncias constituídas por peptídeos e fabricadas pelos neurônios a fim de estabelecer a comunicação entre os neurônios e conseqüentemente toda a rede nervosa (IZQUIERDO, BEVILAQUA, CAMMAROTA, 2006)

Destaca-se a estreita relação entre os aspectos emocionais e a formação da memória declarativa, essencial para a aprendizagem. Esse fato confere uma vantagem adaptativa para a sobrevivência, uma vez que as emoções sinalizam possíveis situações arquivadas na memória, relacionando o evento ao medo, ao prazer, a fome, dor e outros sentimentos e sensações. Isso pode levar a mudança de comportamento e tomada de decisões de caráter protetor. Portanto em termos evolutivos é uma característica favorável (IZQUIERDO, 2004). As emoções sinalizam internamente a relevância dos fatos e mobilizam os recursos cognitivos influenciando na memória e aprendizagem (CONSENZA; GUERRA, 2011). Desse modo, o ambiente escolar e em especial a sala de aula é preponderante para o estabelecimento de memórias. A aula com clima envolvente e instigante estimula os mecanismos da atenção e percepção, o que possibilita a aprendizagem efetiva. Nessa premissa Izquierdo (2004) conclui:

[...] os sentimentos, as emoções e os estados de ânimo têm uma imensa influência sobre a memória, em muitos casos já bem delimitada e biologicamente previsível. As vias nervosas que registram e regulam os sentimentos, as emoções e os estados de ânimo atuam modulando, através de receptores, cadeias de enzimas específicas em várias regiões corticais, entre elas o hipocampo e demais áreas vinculadas à memória, bem como outras áreas relacionadas à percepção e controle das variáveis psicológicas

mencionadas, como o grau de alerta, a ansiedade e o estresse. ”
(IZQUIERDO, 2004)

Uma vez que as informações são arquivadas, o acesso a elas se torna possível pela lembrança, que é denominada evocação. A evocação de memórias é um processo que perpassa o mesmo caminho de onde foi construída, ou seja, envolve basicamente as mesmas estruturas cerebrais utilizadas para a composição. É estimulada pela dopamina, noradrenalina e acetilcolina, e é inibida pelos corticoides liberados em momentos de estresse (IZQUIERDO, BEVILAQUA, CAMMAROTA, 2006). Isso explica a falha na recordação durante uma prova ou uma exposição em público.

Outro processo característico da memória é o esquecimento, que se traduz em termos fisiológicos na eliminação sináptica. Essa alteração morfológica se dá pela redução em torno de 40% dos terminais e zonas ativas dos neurônios. Para a manutenção de uma vida social e emocional equilibrada, o cérebro elimina algumas memórias de forma seletiva. Isso possibilita a formação de novas memórias. Portanto paradoxalmente, para um bom funcionamento da memória é preciso esquecer (IZQUIERDO, 2004).

Feita essa abordagem, entende-se a íntima relação da memória, da emoção e da aprendizagem. O conhecimento é construído a partir da aprendizagem e registrado pela memória. Assim, o ser humano é essencialmente o que aprende, o que lembra e o que esquece (KANDEL, 2009). A sala de aula pode ser o ambiente propício para a dinâmica desse curso vital, assim, se faz fundamental a compreensão da memória no transcurso educativo.

1.2.4 Plasticidade cerebral: a promoção do aprendizado

Os processos de intercomunicações neurais, formação da memória e emoções abordados anteriormente apenas são possíveis devido à plasticidade cerebral, ou seja, a capacidade de adaptação do sistema nervoso, especialmente a dos neurônios, às mudanças nas condições do ambiente que ocorrem no cotidiano dos indivíduos (REBOLLEDO, AGUILAR, 2003). Há alguns anos, acreditava-se que o cérebro apresentava um programa genético fixo e que este não possuía capacidade de regeneração. Essa ideia desestimulava as pesquisas baseadas nos

estímulos ambientais, pois tais eram considerados irrelevantes, não havendo nada o que fazer diante de quadros de aparente incapacidade justificada pela limitação orgânica. No entanto, se observava casos de pessoas com lesões graves obterem, com técnicas de terapia, a recuperação da função perdida por um dano em certa região do sistema nervoso. Com base em diversas pesquisas experimentais foi comprovado que o cérebro possui uma capacidade de rearranjo e que os estímulos do meio podem provocar alterações morfológicas no cérebro, tornando-se possíveis múltiplas respostas (LENT, 2004).

Essa remodelagem cerebral ocorre através dos seguintes mecanismos: modificações neuroquímicas, sinápticas, do receptor neuronal, da membrana e ainda alterações de outras estruturas neuronais. Um dos critérios utilizados pelo cérebro se deve a frequência de utilização das vias neuronais. As sinapses que não estão em constante uso são eliminadas para que outros neurônios possam se desenvolver de forma mais eficaz. A eliminação é denominada de poda neuronal e ocorre periodicamente durante o desenvolvimento do indivíduo. No período pré-natal o cérebro desenvolve uma grande quantidade de neurônios e conexões a fim de estabelecer uma reserva para uma possível demanda, mas posteriormente faz-se necessário uma reorganização, então na primeira infância ocorre uma das primeiras podas neuronais, em que o cérebro descarta o excesso de ramificações em desuso. Os circuitos funcionais permanecem para realizar as atividades de manutenção à vida, ao raciocínio, à memória e todas as funções relevantes para a sobrevivência. A adolescência também marca um período importante para a reorganização neural que culmina na transição para a idade adulta. Nessa fase, entre 12 e 18 anos aproximadamente, ocorre a poda neural inicialmente na região posterior e finaliza na região anterior, o córtex pré-frontal, que comanda o julgamento, controle de emoções e tomada de decisões. Sendo assim, uma das maneiras pela qual a morfologia cerebral se estrutura são pelas podas “programadas” (REBOLLEDO, 2003).

Cabe ressaltar que o período das principais podas sinápticas coincide com a fase escolar, o que explica o fato da imaturidade do aluno nessa fase, especialmente na adolescência. Nessa fase as regiões mais ativas estão no sistema límbico, responsável pela área emocional e as menos ativas no córtex pré-frontal, incumbido pelas decisões e julgamentos.

Outro fator determinante para a ocorrência da plasticidade é a experiência, o comportamento do indivíduo. Isso indica que a atividade cerebral resulta de um processo interativo com o meio, o que torna o ser humano mais eficaz. O aprender e reaprender são dependentes da neuroplasticidade do cérebro (LENT, 2004). Os postulados defendidos pela neuroplasticidade desmistificam algumas barreiras impostas à educação, tais como, a inaptidão delegada a determinados alunos de aprender, o cérebro como sistema fechado impossibilitado de regeneração, como já citado, a limitação de aprendizagem em determinadas idades, enfim, as crenças limitadoras que sugerem a inabilidade regenerativa das estruturas encefálicas. A partir do instante em que se assume a plasticidade cerebral como uma realidade fisiológica e morfológica dos neurônios, cabe à averiguação dos estímulos e abordagens aplicadas aos indivíduos.

No contexto educacional, defende-se que o professor deve ter em mente, as múltiplas formas de aprender e a partir disso encontrar várias formas de ensinar (RELVAS, 2010). Convém considerar que apesar dos cérebros humanos neurotípicos exibirem a mesma constituição orgânica e se submeterem aos mesmos processos bioquímicos, não possuem o mesmo arranjo de conexão neuronal, pois foram submetidos a estímulos diversificados. Metaforicamente seria como considerar a existência de vários caminhos para se chegar a uma determinada cidade. Se alguém conhece apenas um caminho, ela vai orientar outra pessoa a seguir um trajeto específico, com certos pontos de referência. Porém, isso não muda o fato de existirem outros trajetos possíveis. Na sala de aula, o professor é aquele que orienta o aluno sobre o caminho do aprender, mas geralmente, isso se dá pela sua perspectiva e nem sempre todos os alunos terão aquele mesmo trajeto em seu sistema mental. Assim, o professor deve considerar a multiplicidade do processo de ensino e aprendizagem, tanto no ensinar, quanto na avaliação, ou seja, um processo com exigências diferenciadas. Ensinar de uma forma monodidática, exigir respostas à sua maneira, utilizar um único recurso avaliativo e tratar uniformemente todos os alunos é desconsiderar o processo de plasticidade que dá o *design* neural exclusivo de cada indivíduo. Essa postura explica também a resistência e dificuldade de adequação no contexto da educação inclusiva, em que se é fundamental considerar a diversidade de processos cognitivos para a elaboração de intervenções múltiplas.

1.2.5 Motivação e emoção: modulação da atenção e memória

Como foi relatado anteriormente, a formação da memória está intimamente relacionada aos aspectos emocionais. As emoções são resultantes do funcionamento do sistema límbico. Esse sistema responde pelos comportamentos instintivos, pelos sentimentos e pelos impulsos básicos, como desejo sexual, ira, prazer e sobrevivência. O sistema límbico estabelece uma ligação entre o córtex cerebral e o tronco encefálico, que é responsável pela regulação das funções corporais. A conexão entre as estruturas do sistema límbico, localizado na região central do cérebro e o córtex pré-frontal permite uma referência cognitiva emocional, o que produz os sentimentos (MARINO, 1975).

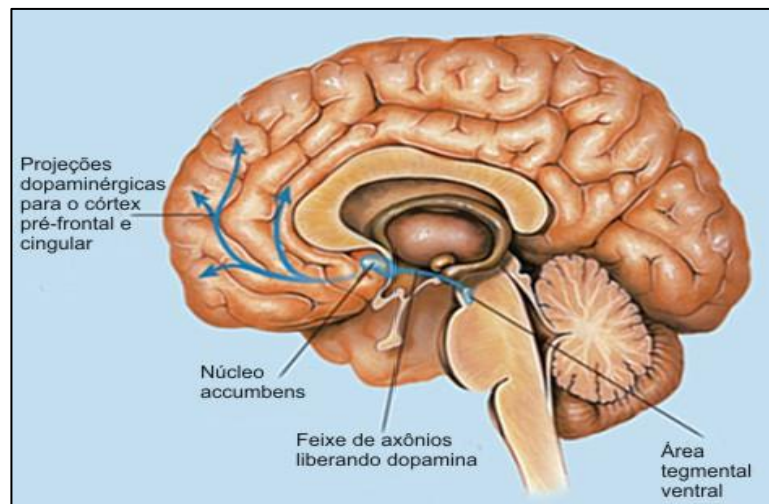
Na tentativa de localizar no sistema nervoso as bases relacionadas à emoção, o anatomista James Papez percebeu que as regiões eram conectadas, formando um circuito, que ficou conhecido, como “Circuito de Papez”, atualmente com o reconhecimento de mais estruturas relacionadas à emoção, o termo foi substituído por sistema límbico. Em termos anatômicos o sistema límbico é composto pelos núcleos amigdaloides, hipocampo, giro cingulado, corpos mamilares, núcleo *accumbens*, entre outras estruturas (DARWICH, 2005). Essa identificação das estruturas neurais relacionadas ao controle motivacional e às emoções continua a ser razão de fomento à pesquisa e não há um consenso concluído, porém cabe ressaltar que algumas estruturas pertencentes a esse sistema, exercem também função na formação de memórias.

É consoante entre as pesquisas neurocientíficas que não há como desvincular o papel das emoções das funções cognitivas, elas exercem uma considerável influência nos processos de atenção e memória que se tratam de etapas imprescindíveis para a aprendizagem. O processo da atenção é direcionado por fatores que geram a motivação ligada ao estímulo de caráter afetivo. Dessa maneira, a intensidade da concentração é determinada conforme a organização e escolha de impulsos do córtex pré-frontal que se relaciona com a reação afetiva registrada em experiências prévias. Nesse caso os registros conscientes e inconscientes podem ser de caráter prazeroso ou ameaçador e quem realiza esse processo de escolha é o sistema nervoso pautado na capacidade de raciocínio. Assim é justificável que a atenção do estudante oscile durante uma aula, que em

seu julgamento mental poderá ser relevante ou não a depender dos sentimentos e emoções despertados.

A motivação, em um sentido amplo, resulta de um processo fisiológico vinculado a um mecanismo dedicado à recompensa. Quando o aluno é afetado positivamente por algo, a região responsável pelos centros de prazer produz dopamina, que se trata de um neurotransmissor que entre outras funções proporciona a sensação de recompensa. O cérebro humano apresenta um circuito denominado de circuito de recompensa. Quando a área tegumentar ventral é estimulada por impulsos elétricos libera dopamina que alcança o núcleo *accumbens* e segue para o córtex pré-frontal (figura 9) o que proporciona a sensação de prazer e bem-estar que mobiliza a atenção da pessoa e reforça o seu comportamento.

Figura 9: Representação do circuito cerebral de recompensa



Fonte: Martin (2013)

1.2.6 Nutrição e sono

O cérebro como órgão biológico é a sede do processamento cognitivo, nele se encontra um complexo de atividades que coordenam diversas funções do organismo, entre elas o desempenho cognitivo. Para que todas as atribuições biológicas desse órgão sejam processadas com êxito é fundamental que suas estruturas apresentem constituição genética, desenvolvimento e formação

anatômica dentro de um padrão de normalidade. A manutenção dessas condições ocorre a partir do suprimento de necessidades básicas como a nutrição e o sono.

No aspecto evolutivo a inteligência é relacionada às condições dos ancestrais hominídeos obterem alimento (BRESLIN, 2013). A descoberta do fogo possibilitou ao homem extrair mais energia dos alimentos. “O cozimento de vegetais, especialmente tubérculos, permitiu a expansão do cérebro” (BRESLIN, 2013). Na sociedade contemporânea a oferta de alimento é bem maior, mas o questionamento se volta para o valor nutricional, como suficiente ou não para atender a demanda nutricional do cérebro. Conforme Boyd e Silk (2014) a nutrição cerebral adequada permite o desenvolvimento das capacidades intelectuais do indivíduo havendo matéria biológica para amparar os aspectos histológicos e bioquímicos.

Dentre os nutrientes, pode-se destacar o papel das proteínas que são alocadas no estabelecimento de conexões entre os neurônios e participam da formação da memória (BOYD; SILK, 2014). Sabe-se que as proteínas essenciais só podem ser adquiridas pela alimentação. Além das proteínas, os ácidos graxos do tipo n-6 e n-3 influenciam na obtenção de energia pela utilização da glicose e nos sistemas fisiológicos da dopamina e serotonina, podendo afetar a motivação e a aprendizagem (PÓVOA, 2005).

Conforme Fisberg (2009), a alimentação de crianças e adolescentes em idade escolar tem apresentado níveis elevados de gorduras trans, aditivos e corantes, mas baixos níveis de proteínas, sais minerais e vitaminas do complexo B, essenciais ao processamento fisiológico cerebral.

A nutrição adequada subsidia o processo de atividade mental, fornecendo as moléculas essenciais para que a maquinaria bioquímica atue de forma eficiente. Ao passo que a deficiência nutricional causa prejuízos à organização histológica e bioquímica do cérebro e repercute em suas funções. Para se propor estratégias pedagógicas e procedimentos educacionais é imprescindível considerar as condições biológicas dos alunos para uma intervenção adequada.

Além das funções construtoras e energéticas, o revigoramento das condições mentais é necessário para a manutenção de um cérebro saudável. Isso ocorre fundamentalmente a partir de uma noite bem dormida. O sono permite uma reorganização das memórias e ligações neuronais e participa da acomodação de informações (RIBEIRO, STICKGOLD, 2014). As redes neuronais relacionadas ao aprendizado e memória são submetidas a expansão por síntese proteica e liberação

de hormônios do bem-estar (VALLE, 2009). Portanto o sono tem um papel preponderante na atividade cognitiva, pois interfere na atenção, nos registros sensoriais, no raciocínio e na memória. As memórias explícitas são armazenadas temporariamente no hipocampo e durante o sono migram para o córtex cerebral (RIBEIRO, 2015). Através de pesquisas laboratoriais com roedores, conclui-se:

[...] as duas fases do sono cooperam para promover a propagação de memórias desde seu ponto de entrada (hipocampo) até seu destino final (córtex). A fase sem sonhos do sono (sono de ondas lentas) reverbera e amplifica mudanças recentemente adquiridas em circuitos sinápticos selecionados. A fase onírica do sono (movimento rápido dos olhos, sono REM) dispara a expressão cortical de genes relacionados à estabilização e propagação da memória (RIBEIRO, STICKGOLD, 2014).

A privação do sono e a alteração nos ritmos circadianos afeta diretamente a capacidade de aprender, uma vez que todas as fases do sono trazem implicações para a capacidade de aprender e para o processo de consolidação da memória que ocorre por intermédio do sono. (RIBEIRO,STICKGOLD, 2014).

Os aspectos que abrangem a nutrição adequada e um sono de qualidade não garantem isoladamente a aprendizagem. Contudo, a partir do equilíbrio destes componentes é que se abrem possibilidades de intervenções e procedimentos educacionais com maiores chances de êxito.

CAPÍTULO 02:

ARTICULAÇÃO ENTRE A NEUROCIÊNCIA COGNITIVA E TEÓRICOS DA APRENDIZAGEM

Os recentes estudos da neurociência cognitiva trazem à tona vários aspectos relevantes que demonstram com precisão fisiológica como o cérebro aprende. Enfatizam como os estados emocionais e a motivação podem intervir diretamente na atenção e na formação da memória e que todos estes se submetem aos mecanismos da plasticidade cerebral, como abordado no capítulo anterior. Todas essas conclusões pautadas em dados morfológicos, fisiológicos e moleculares eram restritas ao campo da saúde, no entanto com a conexão cérebro e aprendizado, elas adentraram no campo da pedagogia e encontraram um ambiente receptivo e de certa forma familiar, no que tange aos resultados baseados em pesquisas comportamentais.

A pedagogia vigente se respalda em pensadores que propuseram teorias com base na psicologia, com enfoque nas concepções do desenvolvimento humano na esfera comportamental. Podemos citar três concepções básicas que embasam as teorias de aprendizagem: 1) Behaviorista: que valoriza as respostas aos estímulos, mensurando e observando os comportamentos. 2) Construtivista: que tem o foco nos processos interiores e defende que a aprendizagem se dá por construção. 3) Humanista: que se interessa pela satisfação pessoal do aprendiz, se importando com os sentimentos e os pensamentos do estudante (MOREIRA, 1999).

O ponto de vista difundido por alguns teóricos da educação assemelha-se ao que se evidencia na ciência contemporânea sobre os processos cognitivos de aprendizagem. Propõe-se adiante uma análise dos pontos congruentes entre os estudos da neurociência cognitiva e alguns teóricos da educação que chegaram a conclusões semelhantes por caminhos distintos. Será apresentado em forma de um paralelo entre um princípio neurocientífico e um teórico da aprendizagem que defende aspectos similares. É importante enfatizar que não se pretende abordar ou defender as teorias pleiteadas pelos educadores em sua totalidade, como se o todo concordasse com os princípios neurocientíficos, mas de fazer análises pontuais e identificar os enfoques correspondentes em meio às distintas abordagens.

2.1 Princípio da diversidade e Garner

Todo sistema nervoso é constituído de neurônios, células gliais, neurotransmissores e líquidos. Porém apesar de exibirem conteúdo bioquímico idêntico e realizarem operações fisiológicas semelhantes, cada cérebro é único. Mesmo em casos de gêmeos univitelinos, com desenvolvimento proveniente de um mesmo óvulo e fertilizado pelo mesmo espermatozoide essa diferença é constatada. A resposta desse fato está na formação de sinapses entre os neurônios ao longo de toda a vida, processo que depende da forma como cada indivíduo interage com o ambiente, denominado de plasticidade neural e abordado no capítulo anterior. Portanto, não existe um cérebro igual a outro, cada pessoa possui experiências singulares que lhe dão a forma de suas conexões cerebrais. Essa heterogeneidade no desenvolvimento cerebral rege diferenças nas percepções e preferências cognitivas dos alunos.

Conforme Tokuhamas-Espinosa (2008), a diferenciação nas práticas de sala de aula é justificada pelas diferentes inteligências dos alunos. Nesse mesmo apontamento, porém com outros métodos de pesquisa, Howard Gardner, a partir de 1983, trouxe à tona a teoria das inteligências múltiplas.

A teoria desenvolvida por esse psicólogo norte-americano indica que todos os indivíduos possuem um conjunto de capacidades, talentos ou habilidades que é chamada de inteligência, porém, em diferentes graus, devido aos diferentes estímulos. Sendo assim, Gardner (2010) classifica as inteligências em oito tipos: verbal-linguística, lógico-matemática, musical, espacial, corporal-cinestésica, interpessoal, intrapessoal e naturalista. A **inteligência verbal-linguística** é despertada pela habilidade oral e escrita. É a capacidade de usar as palavras de forma efetiva, em várias competências como gramática, metáforas, raciocínio abstrato, pensamento simbólico e modelagem conceitual. Essa inteligência é valorizada em muitas culturas, especialmente as mais tradicionais. (CORTEZZI; AYUB, 2002). A **inteligência lógico-matemática**: a capacidade de usar os números de forma efetiva e de racionar bem. É ativada para a resolução de situações problemas e padrões lógicos de raciocínio. A **inteligência musical** se traduz na capacidade de perceber, transformar, discriminar e expressar formas musicais. Geralmente essa inteligência apresenta sensibilidade rítmica, do tom e timbre num entendimento intuitivo e/ou formal. (FONSECA, 2002). A **inteligência espacial** é a

capacidade de perceber com precisão o mundo visuo-espacial e de realizar transformações sobre essas percepções, tais como arquiteto, desenhistas, artistas plásticos ou inventores. Esta inteligência envolve sensibilidade à cor, linha, forma, configuração e espaço. Inclui a habilidade de visualizar os objetos e espaços sob perspectivas diferenciadas (PASSARELLI, 1995). A **inteligência corporal-cinestésica** se relaciona com habilidades físicas, como coordenação, equilíbrio, destreza, força, flexibilidade e velocidade para a expressão de sentimentos, ideias e destrezas específicas como andar de bicicleta e skate. A **inteligência interpessoal** está relacionada com identificar e distinguir os sentimentos, o humor, intenções e motivações de outras pessoas, numa postura empática. Assim compreende qual a melhor forma de comunicar-se com cada pessoa e com cada grupo específico (PASSARELLI, 1995). A **inteligência intrapessoal** está ligada ao autoconhecimento e atitudes auto reflexivas resultando em ações alinhadas com potencialidades e limitações pessoais. É comum em filósofos, psicólogos, psiquiatras. A **inteligência naturalista** é compreendida como a capacidade de reconhecer e fazer a distinção entre animais, vegetais, minerais e, permitindo assim desenvolver uma preocupação com a natureza e com aquilo que é ecologicamente correto, é possível identificar a inteligência naturalista em ecologistas e biólogos (GÁSPARI; SCHWARTS, 2002). O conceito de inteligência segundo Garner leva em conta a junção entre o substrato biológico e a interferência dos estímulos ambientais: "(...) a inteligência é um potencial biopsicológico para processar informações que pode ser ativado num cenário cultural para solucionar problemas ou criar produtos que sejam valorizados numa cultura (GARDNER, 2001, p.191).

Gardner questionou o método padronizado de avaliar e medir a inteligência que se restringe a instrumentos verbais como "*testes realizados com papel e lápis*". Ele considera que a inteligência abarca competências mais amplas. Os estudos em neurociências explicam essa diversidade de "inteligências" através de mecanismos herdados geneticamente e também através dos estímulos, isso permite que conexões sinápticas desapareçam e se refaçam ao longo da vida, o que produz um o desenvolvimento das áreas incitadas. Nessa concepção de diversidade, as pesquisas em neurociência cognitiva concordam com as implicações das teorias das inteligências múltiplas para o setor educacional, a primeira é a individualização da educação e, a segunda implicação é a pluralização.

Ao considerar a singularidade de cada estudante, pode-se entender que a homogeneização dos procedimentos didáticos é excludente, pois contempla apenas uma parte dos discentes. O processamento das informações obedece aos mesmos princípios da fisiologia, porém cada aprendiz tem uma área predominante, sendo imprescindível que o conteúdo seja trabalhado em conjunto, com estratégias que alcancem a individualidade. Em meio à coletividade é imprescindível reconhecer o estudante com suas peculiaridades para a aprendizagem.

Outra implicação educacional se relaciona com a pluralização, ou seja, é importante que o ensino seja aplicado de várias formas. Os mesmos conceitos sendo transmitidos com o uso de recursos multissensoriais estimulará regiões cerebrais diferenciadas e, portanto, uma amplitude maior de habilidades. Nessa direção, pode-se citar o uso de recursos audiovisuais, músicas, dinâmicas com movimento e a exploração de outros ambientes. Utilizar-se de comparações entre os discentes, requerer um mesmo desempenho e ensinar de maneira monodidática, resultará em uma pedagogia mais classificatória do que estimuladora das potencialidades.

2.2 Princípio da interação e Vygotsky

Esse ponto de análise se repousa sobre a capacidade cerebral de fazer e desfazer sinapses, ou seja, a plasticidade cerebral. Essa funcionalidade foi abordada com ênfase nesse trabalho, pois é ela que subsidia os processos de raciocínio e aprendizagem em suas amplitudes. A plasticidade possibilita a interferência do ambiente com o mundo interior do indivíduo e lhe confere subsídios para interações futuras semelhantes. A experiência pessoal e o contato com o meio social em que vive são aspectos fundamentais para o estabelecimento de conexões sinápticas estáveis. Assim, a experiência modifica a estrutura da organização cerebral, evidenciando a sua plasticidade. Conhecer essa função permite ações de acesso para a otimização das funções mentais. Em concordância com essa concepção, Damásio (2004), p. 117 afirma:

O ambiente deixa sua marca no organismo [...] por meio da estimulação neural [...]. As terminações nervosas enviam sinais para os pontos de entrada circunscritos no cérebro, os chamados córtices sensoriais iniciais da visão, da audição, das sensações somáticas, do paladar e do olfato. [...] O organismo, por sua vez, atua no ambiente por meio de movimentos resultantes de todo o corpo, dos membros e do aparelho vocal. (DAMÁSIO, 2004, p. 117).

O conceito de que o desenvolvimento intelectual das crianças ocorre em função das interações sociais foi apontado por Lev Vygotsky (1896-1934). Sua teoria foi construída pautada no processo sócio histórico e o ponto central é a internalização dos conhecimentos a partir das relações com o meio. Vygotsky propõe que o desenvolvimento e a formação das funções mentais superiores se dão pela assimilação das concepções culturais. Ele considera o cérebro como base biológica que se desenvolve ao longo da existência do indivíduo em respostas aos estímulos externos (SOUSA, 2005). Segundo Vygotsky, apenas as funções psicológicas elementares se caracterizam como reflexos e o aprendizado sendo mais complexo é compreendido entre as funções psicológicas superiores. A teoria sociocultural se organiza em três concepções: a zona de desenvolvimento proximal, a mediação cognitiva e o processo de internalização. A **zona de desenvolvimento proximal** envolve reconhecer o intervalo entre o nível real do aprendiz e o que será necessário para alcançar o nível potencial de conhecimento. Esse progresso só é possível a partir da **mediação cognitiva**, que deve ser realizada por um alguém mais capaz, também ocorre por meio de instrumentos e signos construídos pela cultura. A mediação é corresponsável pelo desenvolvimento das funções psicológicas superiores, que conferem ao indivíduo as capacidades de planejar, comparar, imaginar e lembrar. O **processo de internalização** ocorre do nível social amplo para o nível individual, assim a aquisição do conhecimento ocorre por meio de trocas mediadas pela linguagem e facilitadas pela interação social (SOUSA, 2005).

Esse estudioso apresentava rejeição às teorias inatistas, que defendiam que o homem já nascia com características a serem desenvolvidas, bem como as teorias empiristas, que concebiam o homem como produto do meio. Na visão de Vygotsky, a relação entre o indivíduo e o ambiente é dialética e não há uma subordinação de um ou outro. A formação do sujeito, portanto surge da retroalimentação entre as estruturas intelectuais internas e a forma peculiar de cada ser explorar o mundo, sendo assim, as experiências tornam-se personificadas e conferem um caráter significativo singular (SOUSA, 2005). Para Vygotsky, a construção do conhecimento

se dá não somente de forma ativa, mas de maneira interativa nas trocas sociais. Alexandre Luria, estudioso considerado o pai da neuropsicologia foi grandemente influenciado pelos estudos de Vygotsky concluiu:

A atividade mental humana desenvolve-se em condições de perfeita comunicação com o meio, em cujo transcurso a criança adquire, com os adultos, a experiência de muitas gerações. [...] a forma básica do desenvolvimento mental passa a ser a aquisição das experiências dos outros, mediante a prática conjunta e a linguagem. (LURIA; 1987)

Nessa perspectiva observa-se que as conclusões de Vygotsky consideravam os princípios da plasticidade cerebral e corroboram com a ideia de que o professor tem o papel de mediador, capaz de interferir e instigar avanços nos discentes. A sala de aula é um espaço para progressos mútuos e a escola contribui para a formação de valores, linguagens e conhecimentos, ressaltando o papel interativo e não passivo dos pares. Dentre os princípios da neurociência cognitiva apresentados nesse trabalho, enfatiza-se que o cérebro precisa de estímulos variados, complexos, desafiadores e coerentes. Portanto a abordagem educacional pode ser ampliada nos aspectos que estimulem a interação intrínseca, entre neurônios e extrínseca, de forma interpessoal.

2.3 Princípio da significância e Ausubel

O cérebro é organizado em redes, nas quais os neurônios se comunicam pelas sinapses. As sinapses são formadas partir dos estímulos, que buscam no cérebro aspectos similares para estabelecer uma conexão. Dessa forma os circuitos neurais são formados e mantidos por associações. As informações que não encontram um vínculo fisiológico têm mais chance de se desfazerem. Em contrapartida quando as informações são recepcionadas por conhecimentos semelhantes e coerentes ocorrerá uma modificação de uma conexão oscilante para uma conexão estável, pois o cérebro julga por instinto que tal evento é importante para a sobrevivência. Assim, evolutivamente, a procura por significado é inata, o cérebro precisa do que é familiar, e automaticamente o registra, ao mesmo tempo em que procura estímulos adicionais e reage a eles.

Essa busca de relações de sentido e significação já vinha sendo apontada por David Ausubel (1918-2008), que elaborou a teoria da aprendizagem significativa.

Para Ausubel os indivíduos apresentam conceitos configurados mentalmente e que se tornam complexos à medida que se tornam interligados. A aprendizagem significativa segundo Ausubel é um processo de aquisição de conhecimentos a partir de um conhecimento prévio interno que funciona como ponto de ancoragem. Ele define o conhecimento prévio como “*subsunçor*” e categoriza sua organização cognitiva em hierarquia de conceitos. Quando uma nova informação é recepcionada pelos subsunçores, ocorre uma ampliação ou substituição dos conceitos preexistentes e assim ocorre a aprendizagem que faz sentido. Para esse teórico a estrutura mental se organiza a partir de um conceito geral e se desdobra em vários conceitos mais específicos, com essa ideia ele criou a representação de conteúdos através de mapas conceituais (PELIZZARI, *et al* 2002).

Os conceitos podem se relacionar com características de formas não arbitrárias e não literal (substantiva). A não arbitrariedade indica um relacionamento com os conhecimentos familiares, os subsunçores a fim de serem incluídos numa estrutura mental coerente. A substantividade indica uma compreensão do novo conhecimento com possibilidades de diferentes construções, assim o termo não literal (PELIZZARI, *et al* 2002).

Essa interação de informações de forma não arbitrária e não literal permite que o discente crie em sua estrutura mental, um conceito lógico e singular para a aprendizagem. Portanto cada indivíduo internaliza um conhecimento e o modifica segundo suas representações e o partilhar disso promove a ampliação da ideia em sua essência (PELIZZARI, *et al* 2002). Quando as novas informações se relacionam com a estrutura cognitiva de forma literal e arbitrária, sem a ocorrência de conceitos significativos, a aprendizagem é considerada de caráter mecanicista e de pouco sentido para o aprendiz.

Para que a aprendizagem significativa ocorra é essencial a presença de três quesitos: a preexistência de conhecimentos na estrutura mental do indivíduo, a predisposição de aprender de forma ativa e a disponibilidade de novas informações coerentes.

Assim a neurociência aproxima das ideias de Ausubel quando defende que para a efetivação da aprendizagem é essencial um ambiente que instigue a reflexão, a imaginação, o desafio e a comunicação dos discentes a fim de possibilitar um a incorporação e transformação de novos conceitos que se relacionam com o cotidiano do aluno e apresentar o que deve ser aprendido de maneira que faça

sentido para o aluno e a partir daquilo que ele já saiba. Cabe ao professor sondar os conhecimentos já adquiridos pelo estudante e buscar conexões entre os assuntos, pois assim irá favorecer a padronização das informações e gerar significado para o cérebro do aprendiz.

2.4 Princípio maturacional e Piaget

De forma intuitiva e de caráter observacional é nítido que as crianças possuem maior predisposição a aprender e à medida que a idade é acrescida o aprendizado se torna mais desafiador, apesar de plausível. Os estudiosos em neurociência constataram que essa premissa possui peculiaridades importantes. A criança nasce com um arsenal de material biológico, os neurônios, com a finalidade realizar conexões sinápticas, mas o estabelecimento dessas conexões ocorre mediante os estímulos corretos num tempo coerente com a maturação biológica. Portanto o cérebro infantil é extremamente plástico e oportuniza a aquisição e desenvolvimento de diversas habilidades. A partir da observação e análises do processo sináptico concluiu-se que esse processo de estimulação não é aleatório, existem períodos ótimos para recepcionar determinados estímulos (BARTOSZECK, 2007).

Sabe-se que o cérebro abriga em toda sua extensão regiões específicas para certas funções, apesar de funcionar em paralelo, então a partir do processo de amadurecimento regional essas áreas vão se tornando sensíveis a estímulos específicos para tipos apropriados de aprendizagem. Assim, pode-se afirmar que em cada período da vida existe um tipo de conteúdo propício para a estimulação cerebral. Esses períodos foram denominados de “janelas de oportunidades” ou período sensíveis de aprendizagem. Bartoszeck (2007), baseado nos estudos de Doherty (1997), apresenta as seguintes funções que podem ser estimuladas em determinadas faixas etárias na figura 10.

Figura 10: Períodos sensíveis para novas habilidades

JANELAS DE OPORTUNIDADES - Períodos mais propícios ao desenvolvimento de habilidades	
Funções	Faixa ótima de desenvolvimento
Visão	0-6 anos
Controle emocional	9 meses-6anos
Formas comuns de reação	6 meses-6 anos
Símbolos	18 meses-6anos
Linguagem	9 meses-8 anos
Habilidades sociais	4 anos-8 anos
Quantidades relativas	5 anos-8 anos
Música	4 anos-11 anos
Segundo idioma	18 meses-11anos

Fonte: Dohert (1997 apud Bartoszeck, 2007)

É indispensável salientar que a aprendizagem pode ocorrer mesmo após esses períodos, porém irá demandar mais esforço (CHUGANI, 2011)

Um dos teóricos da aprendizagem que postulou sobre o desenvolvimento da criança foi Jean Piaget (1896-1980). Esse teórico suíço dedicou seus estudos à biologia, epistemologia, psicologia e educação. A partir da observação e o convívio com crianças elaborou hipóteses sobre o desenvolvimento cognitivo humano. Conforme suas ideias o desenvolvimento das funções mentais ocorre de forma espontânea enquanto a aprendizagem deve ser provocada ativamente. Sendo assim, pontua que a aprendizagem só acontece a partir do desenvolvimento maturacional das funções mentais. Piaget classifica o desenvolvimento humano em quatro estágios. O primeiro é o estágio sensório-motor, de aproximadamente 0 a 2 anos, é a fase antes da fala. Durante este estágio desenvolve-se o contato inicial com o mundo externo, os reflexos provenientes do instinto começam a serem substituídos por atitudes de associações, como combinar formas e sons. A criança nessa fase explora o objeto a partir do que percebe instantaneamente sem representação mental interna quando esse objeto não está sendo exposto. Assim o progresso da criança parte de sua percepção do concreto e de seu movimento. No segundo estágio tem-se a representação pré-operacional, ocorre aproximadamente entre os 2 e 7 anos e é marcado pelo surgimento da linguagem. Nesse estágio ocorre o pensamento representativo e se expressa numa linguagem mais

egocêntrica, pois sua representação mental está centrada nela própria. O terceiro estágio é o período das operações concretas, com ocorrência entre os 7 a 12 anos, nele aparecem as primeiras operações concretas e o egocentrismo cede lugar a atitudes com mais empatia. São capazes de agrupar, classificar e imaginar de forma concreta. O quarto estágio é o período das operações formais, dos 12 anos em diante, nesta fase a criança consegue raciocinar de forma lógica sobre conceitos abstratos. Adquire a capacidade de propor regras de conduta, críticas e discutir valores morais para posteriormente construir sua autonomia. Nessa fase se formará uma projeção de sua forma adulta de pensar (PALANGANA, 2015).

Para a ocorrência do desenvolvimento humano, conforme Piaget há a consideração de alguns fatores como: a maturação biológica, as ações do ambiente, a transmissão educacional e a equilíbrio, que se refere à auto regulação dos conceitos externos assimilados e a reorganização dos padrões mentais (PALANGANA, 2015).

Percebe-se então que a perspectiva piagetiana, embora por diferentes formas de pesquisas, compartilha também da premissa neurocientífica de que a aprendizagem ocorre de maneira subjacente à maturação biológica diferenciada por fases. É oportuno inferir que:

As pesquisas demonstram a curto prazo, a importância de experiências precoces e de qualidade para o desenvolvimento cognitivo, emocional e social da criança e, a longo prazo, para seu sucesso na escola e na vida. Além disso, a preocupação com a equidade levou os quadros de decisão a concentrar a atenção no fato de que o acesso das crianças a serviços de qualidade poderá atenuar alguns efeitos negativos decorrentes de condições de trabalho desfavoráveis e contribuir para a integração social (UNESCO, 2002, p.21).

Assim cabe ao educador, especialmente da educação infantil ajustar as expectativas e padrões de desempenho característicos aos períodos específicos dos estudantes e dessa forma favorecer os processos de assimilação. As pesquisas em neurociências oferecem dados acerca dos períodos ótimos para a aprendizagem, porém esse assunto continua a ser motivo de fomento para a pesquisa.

2.5 Princípio da afetividade e Wallon

O sistema educacional ainda privilegia o modelo de sala de aula, em que os alunos se encontram enfileirados escutando as explicações de um professor. Sabe-se que isso é necessário, porém em muitos casos se torna extremamente entediante e tolhe a voz e as manifestações dos estudantes. O espaço reservado às valorizações sentimentais, aos fatores motivacionais e ao bem-estar emocional de professores e alunos tem estado cada vez mais presente nos discursos, mas continuam ausentes na prática educacional. Os métodos que privilegiam o formalismo cognitivo continuam reinando sem considerações reais aos fatores emocionais.

Os estudos em neurociência cognitiva demonstram que as estruturas cognitivas e emocionais no sistema nervoso central estão interligadas morfológica e fisiologicamente, assim a aprendizagem é potencializada quando se leva em conta a afetividade, sendo impossível considerar o aspecto emocional do aluno sem uma pedagogia dialógica. A neurociência cognitiva oferece indicativos que a sala de aula deve ter um ambiente agradável e encorajador, uma vez que a motivação é um combustível para a cognição. Conforme as pesquisas de Tokuhama-Espinosa (2008) podem inferir que:

[...] os estudantes aprendem melhor quando são altamente motivados do que quando não têm motivação, o stress impacta o aprendizado; a ansiedade bloqueia oportunidades de aprendizado; os estados depressivos podem impedir aprendizado; o tom de voz de outras pessoas é rapidamente julgado no cérebro como ameaçador ou não-ameaçador; as faces das pessoas são julgadas quase que instantaneamente, indicando boas ou más intenções, o feedback é importante para o aprendizado; as emoções têm papel-chave no aprendizado e o bom humor pode potencializar as oportunidades de aprendizado (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008).

As constatações biológicas de que o princípio da afetividade está atrelado à aprendizagem surgiram com mais incidência entre 1990 a 2000, nomeada de década do cérebro, nesse período os avanços tecnológicos permitiram um progresso considerável nos estudos do funcionamento cerebral.

Porém antes do desenvolvimento de tecnologias por imagens, abordagens moleculares e genéticas, conclusões semelhantes foram defendidas por alguns teóricos da educação que se debruçaram sobre o estudo da aprendizagem, dentre eles, destaca-se Henri Wallon (1879-1962), filósofo, médico e psicólogo francês, que

criticou as teorias clássicas mecanicistas e se dedicou aos estudos sobre as raízes das emoções.

Para Wallon (1995) a razão está conectada com a emoção e ambas se submetem aos processos fisiológicos orgânicos. Ele concluiu que a inteligência depende das construções afetivas. Essas construções ocorrem a partir das necessidades orgânicas da criança, em que ela se comunica pela emoção e afeto. As emoções se submetem gradativamente às funções mentais ao passo que o indivíduo decorre pela maturidade. Essa concepção se opunha a visão predominante em seu contexto, no qual prevalecia um conceito de conflito entre a razão e emoção, com origens dissociadas. Conforme Wallon (1995) o afeto é fundamental para o desenvolvimento e proporciona um crivo de veracidade nas situações cotidianas. Esse teórico afirma que a afetividade é um ponto a ser valorizado, especialmente na educação infantil, sendo a relação professor-aluno permeada de afeto e emoções que irão estruturar a inteligência. Wallon defende que a relação entre o professor e aluno reflete na relação do aluno com o conhecimento e denomina isso de antagonismo de bloqueio, ou seja, quanto menos prazeroso é o relacionamento com o professor, menor será o aproveitamento desse aluno com o conteúdo e maior o bloqueio da aprendizagem (MAHONEY, ALMEIDA, 2005).

As relações sociais estão permeadas de emoções e a escola não é diferente, ela propicia ao indivíduo experiências marcantes e participa na formação pessoal. Muitos estudantes apresentam um baixo desempenho escolar porque vem de um ambiente externo ameaçador, com níveis elevados de hormônios do estresse. Esse estado emocional de tensão prejudica a atenção e retenção de informações. Eles precisam de mais estabilidade em sala de aula e estimam na figura do professor o equilíbrio desejado para o estudo. Em contrapartida, o que se percebe atualmente é um contexto de insegurança nas escolas, especialmente no setor público. Nesses casos percebe-se o professor como refém de um processo social subversivo, se sentindo impotente e frustrado. O discurso do professor se tornou em lamúrias e desabafos desencadeando numa postura autoritária. O que resulta em conflitos constantes e enfraquece ainda mais a relação entre o professor e aluno. Em outros casos por desígnio de sobrevivência o professor adota a indiferença. Tanto a postura de estresse quanto a indiferença não contribuem para um ambiente

acolhedor, ideal para o ambiente escolar, essas medidas cada vez mais frequentes colaboram com o fracasso educacional.

Sendo assim, como propor uma pedagogia pautada na motivação? Em meio aos desafios disciplinares e sociais é imprescindível buscar possibilidades que substituam o autoritarismo e a coerção pela autoridade conquistada com respeito e atitudes positivas. Cabe ao professor mudar o foco e considerar os aspectos positivos dos alunos. Isso pode ser concretizado através de práticas de empatia e de um ensino contextualizado. Um exemplo disso é o reconhecimento verbal dos avanços de cada aluno, pois quando ele percebe o interesse legítimo do professor pelo seu desempenho, se sente biologicamente incentivado e se esforça mais, a fim de alimentar o circuito cerebral do prazer. Entende-se que o professor necessita desenvolver habilidades e procurar nutrir um bom relacionamento com os estudantes, promovendo intervenções que possam ser administradas de forma significativa para o grupo. É importante elucidar que o exercício da profissão com afetividade não significa dar um tom de caráter ideológico, pois esta não caracteriza o exercício da profissão.

Diante do exposto pode-se inferir que as pesquisas das neurociências e os estudos de Wallon confluem resultados para o mesmo direcionamento. Nesse mesmo rumo, também concorda Morin (2007, p.20) “Há estreita relação entre inteligência e afetividade: a faculdade de raciocinar pode ser diminuída, ou mesmo destruída, pelo déficit de emoção; o enfraquecimento da capacidade de reagir emocionalmente pode mesmo estar na raiz de comportamentos irracionais”.

No exercício de sua profissão, há uma necessidade do professor considerar os aspectos afetivos. O discurso que prioriza a aprendizagem apática e descomprometida deve ceder lugar para uma prática acolhedora que visa à construção do cidadão e oportuniza seu desenvolvimento nas esferas relacionais, cognitivas, afetivas e éticas conforme rege os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

CAPÍTULO 03:

INTERLOCUÇÃO ENTRE A NEUROCIÊNCIA E A EDUCAÇÃO

Quando se trata dos estudos relacionados ao cérebro, estes ficam restritos à área da saúde. A educação é tida como o conhecimento do ensino e aprendizagem pautada em aspectos da mente, arquitetados pelo campo psicológico. Delimitar cada área específica pode ser compreensível e evidente, porém torna-se desafiador buscar as interfaces dessas ciências que compartilham da mesma essência biológica: o cérebro. A psicologia tem servido a educação, como uma ciência auxiliar que fornece subsídios para as teorias de aprendizagem, portanto essa aliança, educação e psicologia é sólida e bem-sucedida (CUNHA, 1998). Porém nos últimos anos a psicologia e a educação têm demonstrado crescente atenção às pesquisas em neurociência cognitiva, com indícios de uma relação promissora (CARVALHO, 2011).

As pesquisas voltadas para as abordagens da neurociência no setor educacional têm buscado construir um espaço comum para ambas às áreas, uma interseção que apresente pontos pertinentes visando o aprimoramento mútuo (RATO E CALDAS, 2010). Sabe-se que esse zoneamento compartilhado por contextos distintos, ciências da saúde e ciências humanas, apresenta obstáculos e oportunidades. A relação entre as Neurociências e a Educação tem sido discutida amplamente por profissionais da área da saúde, entre os quais se destacam autores no âmbito mundial, como por exemplo, Bartoszeck (2007), Lent (2004), Hardiman e Denckla (2009), Scorza et al. (2005), Goswami (2006), Noronha (2008), dentre outros, entretanto o debate por profissionais da educação ainda se apresenta bem sutil. Rato e Caldas (2010, p. 626) afirmam:

Considerando a significância do cérebro no processo de aprendizagem do indivíduo, assim como o inverso, parece-nos desde logo óbvia a relação direta entre as Neurociências e a Educação. Porém, e sobretudo no âmbito científico, nem tudo é simples de definir e, muito menos óbvio de relacionar (RATO;CALDAS, 2010, p.626)

Por mais que essa relação pareça evidente, existe a necessidade de pontes a serem construídas a fim de permitir o trânsito bidirecional de informações complementares. É importante salientar que os limites entre essas duas áreas sejam

bem definidos, pois informações em contextos não delimitados podem favorecer equívocos e abalar bases relevantes, a ponderação e o bom senso são primordiais nesse processo. Guerra (2011) alerta que o conhecimento neurocientífico apesar de trazer muitas explicações de cunho científico não vem propor uma nova pedagogia, novos postulados e mudanças bruscas de paradigmas.

Conhecer os mecanismos cerebrais e como esse órgão se apropria do saber, trouxe de fato grande expectativa para o setor educacional, no entanto saber como o cérebro funciona não é suficiente para garantir a aprendizagem. A aplicabilidade dos conceitos da neurociência na educação depende de uma articulação criteriosa por especialistas de ambas as áreas. As recentes descobertas em neurociência vieram pavimentar alguns caminhos já existentes no campo educacional e ofertar novos rumos na condução coerente do processo de ensino e aprendizagem (GUERRA, 2011). Seria formidável estudar e compreender os mecanismos cerebrais para a aprendizagem e elaborar uma fórmula infalível que findaria na totalidade os problemas relacionados ao ensino e aprendizagem, mas sabe-se que este processo é complexo e o ser humano agrega diferenças genéticas, emocionais e sociais que torna ainda mais multifacetado esse processamento, pensar numa solução singular seria um equívoco (PERRENOUD, 2000).

Para além do contexto do aluno neurotípico, abordado nessa pesquisa, observa-se contribuições importantes no âmbito da Educação Inclusiva, nos quais os conhecimentos da neurociência se despontam com relevância pois, grande parte dos indivíduos deficientes apresentam concomitantemente a disfunção neurológica (FRANCO, 2009). Dessa forma é extremamente relevante para o professor o conhecimento neurocientífico das deficiências a fim de desenvolver estratégias pedagógicas coerentes para cada quadro e contribuir para expandir a compreensão básica sobre educação diferenciada, dificuldades de aprendizagem e diferenças individuais.

A união entre neurociência e educação tem sido alvo de estudos e questionamentos. Alguns autores acreditam que a união entre a ciência do cérebro e a educação traria resultados proveitosos, outros criticam e põem em dúvida o real benefício dessa relação (RATO; CALDAS, 2010).

Um dos pontos que limitam a formação de pontes entre as neurociências e a educação é a difusão dos chamados “neuromitos”, que provém de informações especulativas. As descobertas das ciências voltadas para o cérebro vêm

ocasionando um crescimento nas divulgações científicas, e nem sempre os meios de divulgações, especialmente os generalistas são fidedignos em suas publicações, o que favorece a difusão de conceitos interpretados erroneamente (RATO; CALDAS, 2010). Dentre os neuromitos, incluem-se concepções pseudocientíficas como: o uso de apenas 10% do cérebro e a independência do funcionamento dos hemisférios cerebrais (GOSWANI, 2006; HOWARD-JONES, 2008 e CHRISTODOULOU E GAAB, 2009).

Outro fator que compromete o intercâmbio dessas áreas em questão é o uso da terminologia científica específica. As críticas apontam para a dificuldade de se estabelecer uma linguagem que seja compreendida no âmbito científico e educacional. O material científico sobre os estudos do cérebro que seja de leitura acessível aos não especialistas ainda é escasso e conforme Blakemore e Frith (2009) esse fator pode ter contribuído para gerar conceitos equivocados. Assim é importante adotar uma linguagem comum para ambos (RATO E CALDAS, 2010). Outro obstáculo referido na literatura se relaciona ao contexto de pesquisa, como transportar os dados obtidos em laboratório para serem aplicados em sala de aula. Conforme ressalta Goswami, (2006), ler um livro em casa ou na sala de aula não é o mesmo que ler um texto no laboratório, portanto as condições de observação e análises de dados poderiam gerar conclusões contraditórias. Para unir a mente, a biologia e a educação, os cientistas precisam sair do isolamento do laboratório para o contexto da prática educativa (ANSARI; COCH, 2009).

É notório que essas áreas possuem objetivos partilhados, no que tange ao conhecimento do funcionamento do cérebro, substrato da aprendizagem, porém com abordagens distintas, a neurociência com perspectiva científica e a educação, comportamental. Para que o setor educacional usufrua das conquistas neurocientíficas faz se necessário o estabelecimento de uma interlocução por profissionais que possuam ambas as competências. (CHEDID, 2007).

Segundo Coch e Ansari e (2009) a união interdisciplinar entre neurociência e educação poderá se estabelecer a partir de uma nova classe de profissionais que tenham a função específica de introduzir os avanços neurocognitivos no sistema educacional. De acordo com Chedid (2007) é preciso criar currículos que conectem os educadores ao conhecimento neurológico útil à educação.

Para outros autores, como Consensa (2011), Guerra (2011), Fisher (2009), Herculano-Houzel (2005) e Lent (2004), a educação pode se beneficiar dessa relação, porém esse caminho deve ser trilhado com prudência. Guerra (2011) afirma:

A educação pode se beneficiar dos conhecimentos da neurobiologia para abordagem das dificuldades escolares e suas intervenções terapêuticas. A reflexão sobre as possibilidades e desafios do diálogo entre a neurociência e a educação pode trazer avanços para ambas as áreas. Com conhecimento científico, intercâmbio de experiências, julgamento crítico, paciência, vontade, disposição, energia, dedicação, mas sem euforia, poderemos fazer bom uso das contribuições das neurociências. E assim, saber como o cérebro funciona, pode, de fato, ajudar a educar (GUERRA, 2011).

Fisher (2009) também defende a necessidade de um diálogo interdisciplinar com a construção de uma nova ciência que atue de nas duas direções, pois essas áreas possuem objetivos partilhados. Sendo assim, é pertinente o incentivo de estudos investigativos dos conhecimentos neurocientíficos no cenário da prática educativa, o que pode propiciar uma formalização da neuroeducação e aumentar a interlocução entre essas áreas.

As descobertas em neurociência cognitiva encontram-se em estado latente, pois ainda não há um efetivo aproveitamento dessas teorias no campo educacional, não se configurando uma multidisciplinaridade desejável. Porém, segundo Zaro (2014) verifica-se um crescente movimento, no que se refere ao número de pesquisas na área da pedagogia que buscam se beneficiar dos avanços da neurociência cognitiva, ao contrário do que acontecia em décadas anteriores, em que os estudos da neurociência cognitiva se restringiam ao campo da saúde.

Nota-se que apesar das limitações apresentadas, existem soluções viáveis, como os neuroeducadores e a inserção de conteúdos advindos da neurociência em cursos de formação de professores (RATO E CALDAS, 2010, GOSWAMI, 2006, GUERRA, 2011). Dentre elas cita-se, com ênfase, os “neuroeducadores”, que se tratam de profissionais atuantes na zona de interseção, buscando a viabilidade de aplicar as descobertas das neurociências na sala de aula. Esses profissionais atuam nas limitações e entraves que dificultam a junção dos conhecimentos científicos aos educacionais no que diz respeito ao processo de aprendizagem. A neuroeducação, portanto, seria uma ponte entre o laboratório e a sala de aula. Com a presença desses profissionais, alguns problemas apontados pelos autores contrários a esse movimento de interlocução seriam minimizados. As informações

dos avanços das descobertas científicas passariam então pelo crivo de profissionais que também estão a par da vivência escolar, dessa forma a propagação de equívocos pode ser reduzida. Outro aspecto que se beneficiaria com a atuação dos neuroeducadores é a transposição da linguagem científica da neurobiologia para o setor educacional e vice-versa. Desse modo, acredita-se que esse apontamento seria de grande valia para a junção das áreas descritas neste estudo.

De fato, essa aliança entre a neurociência e a educação, só poderá se consolidar a partir do momento que os professores se apropriarem devida e deliberadamente desse processo (RATO E CALDAS, 2010, RELVAS, 2011). Sabe-se que o professor é quem se define metodologicamente e isso ocorre de forma voluntária, portanto mesmo que ele tenha conhecimento dos aspectos cognitivos cerebrais ele só irá aplicá-los se estiver convencido de sua relevância no processo. Faz-se necessário que o professor adquira conhecimentos pertinentes, que o habilite a ensinar, motivar e avaliar o aluno num formato que seja mais eficiente e compatível com o funcionamento do seu cérebro. Assim, a introdução dos conteúdos de neurociências nos cursos de formação de professores deve ocorrer de forma dinâmica e significativa com direcionamentos práticos. Uma abordagem abstrata do assunto poderia desviar os resultados esperados, que se tratam da apropriação dos conhecimentos da aprendizagem cerebral e a predisposição em aplicar seus princípios no contexto escolar.

Cabe salientar que existe um interesse mútuo de aproximação e alguns autores no âmbito mundial (FISHER, 2009, BLAKEMORE e FRITH, 2009, RIBEIRO, 2007) acreditam que seja o momento propício para a criação de ambientes educacionais que integrem neurocientistas e educadores. Desde a descoberta do neurônio ao final do século XIX, e os conceitos de plasticidade cerebrais vigentes, os horizontes têm sido ampliados a fim de compreender como se dá biologicamente a aprendizagem. A vista disso é oportuna à elaboração de ações educativas que contemplem os avanços da neurociência, respaldando cientificamente o processo de ensino aprendizagem com o objetivo de potencializá-lo, considerando os processos envolvidos na aprendizagem e no entendimento sobre como se processa a memória, a linguagem, o desenvolvimento infantil, os estímulos sensoriais, a atenção, a curiosidade e a afetividade.

CAPÍTULO 04:

A TRAJETÓRIA DA FORMAÇÃO DOCENTE

Seguem-se adiante algumas reflexões a respeito da formação dos professores, com embasamento em alguns tópicos apontados por Maurice Tardif (2002), um professor pesquisador canadense e Antônio Nóvoa (2015), um professor estudioso português, porém há de se restringir aos aspectos inerentes à realidade do contexto brasileiro, especialmente os fatores mais comuns na rede pública de ensino. Serão abordados os desafios impostos na graduação e na formação continuada e concluiremos destacando a relevância dos conhecimentos neurocientíficos na formação docente.

4.1 Como se concebe um professor

Ao se apresentar os conceitos neurocientíficos e todas as descobertas para serem aplicadas em sala de aula, se faz necessário, questionar a real situação daquele que receberá todas essas informações e decidirá, portanto, que direcionamento poderá tomar, assim entra em cena à figura do professor. Não há como se ignorar a real situação da educação brasileira, com diversos desafios, que vão desde a estrutura física e material até os estados de ânimos dos docentes e discentes. Todos esses obstáculos geram no professor expectativas frustradas e anseios não satisfeitos. Esse cenário tem alcançado e impactado os cursos de formação de professores, que ao saírem da graduação se sentem inábeis e desmotivados para o exercício da profissão. De modo geral, o ofício de professor tem sofrido ampla banalização, a figura social do professor brasileiro é altamente desvalorizada e digna de “compaixão” por distintas camadas sociais.

Dessa forma, o primeiro desafio para ser transposto pelo indivíduo que almeja educar institucionalmente é o desprestígio social ao se matricular num curso de licenciatura, em seguida precisa se munir de argumentos para explicar às pessoas de sua convivência sobre a escolha de uma profissão sem grandes atrativos, sob a perspectiva socioeconômica. Assim, o aspirante a educador se depara com a graduação e a expectativa de formar-se um bom professor. O que é necessário para se tornar um bom professor? Quais são as características de um educador

competente? Conforme o senso comum o bom professor é aquele que domina o conteúdo científico e sabe transmiti-lo. Essa visão simplista e informal abarca um complexo de preceitos delineados pelas ciências da educação e divididos em disciplinas nas instituições educacionais.

O futuro educador se defronta com diversos conhecimentos que irão compor sua carreira. Tardif (2002) denomina esses conteúdos como saberes plurais e os classifica em saberes da formação profissional, saberes disciplinares; saberes curriculares e saberes experienciais. No quadro que se segue estão as definições de saberes conforme esse autor:

Quadro 1. Classificação dos saberes docentes conforme Tardif (2002)

CATEGORIA DO SABER	DESCRIÇÃO
Saberes da Formação Profissional	São um conjunto de saberes transmitidos pelas instituições de formação de professores relacionados aos conhecimentos pedagógicos e legitimados pela ciência.
Saberes Disciplinares	Correspondem aos diversos campos do conhecimento (linguagem, ciências exatas, humanas, biológicas, etc.). São construídos e obtidos por meio da comunidade científica e disponibilizados pelas instituições de ensino.
Saberes Curriculares	Correspondem aos discursos, objetos, conteúdos e métodos apresentados e categorizados pelas instituições educacionais.
Saberes Experienciais	São os saberes baseados no trabalho cotidiano e no conhecimento de seu meio, resultam da experiência individual e coletiva por meio da vivência escolar, <i>“de saber fazer e saber ser”</i> .

Fonte: Tardif (2002)

Apesar de reconhecer a importância específica de cada saber, Tardif (2002) enfatiza a importância dos saberes experienciais para uma formação docente eficaz. Esses saberes são resultado de um processo de construção individual, mas, ao mesmo tempo, são compartilhados e legitimados por meio de processos de socialização profissional. Sendo assim é fundamental que os cursos de formação de professores possibilitem ao discente um movimento de interação prática com o ambiente escolar, alunos e professores. Essa articulação é imprescindível e deve ir além dos programas de estágio obrigatórios. A formação do professor precisa irrefutavelmente estar alinhada à prática docente. Efetivamente, nota-se um discurso favorável ao professor de educação básica, mas pouca aplicabilidade das teorias acadêmicas no cotidiano escolar. Tardif (2002) pontua sobre essa incoerência:

[...] é estranho que a formação de professores tenha sido e ainda seja bastante dominada por conteúdos e lógicas disciplinares, e não profissionais. Na formação de professores, ensinam-se teorias sociológicas, docimológicas, psicológicas, didáticas, filosóficas, históricas, pedagógicas, etc., que foram concebidas, a maioria das vezes, sem nenhum tipo de relação com o ensino nem com as realidades cotidianas do ofício de professor. Além do mais, essas teorias são muitas vezes pregadas por professores que nunca colocaram os pés numa escola ou, que é ainda pior, que não demonstram interesse pelas realidades escolares e pedagógicas, as quais consideram demasia do trivial ou demasiado técnicas. Assim, é normal que as teorias e aqueles que as professam não tenham, para os futuros professores e para os professores de profissão, nenhuma eficácia nem valor simbólico ou prático (TARDIF, 2002).

Há uma discrepância entre os saberes pedagógicos e a prática docente em vigor, essa tem caráter mais intuitivo e evasivo. A flexibilidade do exercício do professor talvez induza essa postura. A apropriação de saberes pedagógicos que direcionam como ensinar é fundamental. O professor inicia sua trajetória sabendo o que ensinar, pois as instituições dos cursos de licenciatura têm se dedicado a preparar o futuro professor com conteúdos, porém como ensinar para o aluno da era digital, com total acesso a qualquer tipo de informação? O preparo do profissional do ensino tem deixado lacunas e o professor sai munido de um conteúdo, sem saber que formato dar a isso. Assim ele inicia e se traduz como professor baseado em suas próprias experiências vividas ao longo de sua carreira. É claro e natural que isso ocorra com um profissional de qualquer área, porém é preciso equilibrar e dosar os saberes docentes para uma melhor performance profissional.

Quando a formação do professor não contempla esse caráter harmônico, pode-se considerar que houve uma concepção prematura, o recente profissional estará inapto para lidar com a realidade da sala de aula contemporânea. As repercussões a esse fato levam a desmotivação dos docentes e discentes e uma incongruência do processo de ensino aprendizagem.

Toda essa dissonância dos conhecimentos acadêmicos com a prática contemporânea não se dá pela obsolescência das teorias, mas, pela falta de adequação ao contexto específico. Tardif (2002) aborda alguns fatores que explicam tal situação, como o foco da pesquisa acadêmica, que em muitos casos beneficia muito mais o currículo do pesquisador universitário, que as necessidades das escolas inseridas naquele local, tendo pouco impacto nas práticas profissionais. Outro ponto de fragilidade colocado por Tardif (2002) se relaciona com o cerne das pesquisas acadêmicas, que se baseiam mais em estados de abstrações do que para a prática do cotidiano escolar e isso se deve ao fato dos pesquisadores não possuírem interesse na carreira docente, assim, sem a experiência, o discurso torna-se frio e vazio.

Nóvoa (2015) defende a inserção da profissão dentro da formação de professores, com a criação de espaços dentro das universidades que tragam as escolas com a finalidade de receber orientação da cultura docente atuante, ele afirma:

[...] a cultura docente é o que tem que orientar a formação dos professores e isso tem nos faltado. E é por isso que, quando eu penso na formação inicial, eu vos digo que é muito importante, na formação inicial, que na minha opinião, se deve fazer no espaço universitário, mas é preciso que as universidades se organizem de uma maneira em que tragam para dentro delas as escolas (NÓVOA,2015, p.173)

É evidente reconhecer que nenhum curso de licenciatura ou pedagogia por mais espetacular que seja possibilite ao futuro educador uma formação integral que contemple as amplas necessidades do cotidiano escolar, pois isso só é possível a partir da vivência específica de cada professor com seu contexto exclusivo e dinâmico de sala de aula. Porém é fundamental estreitar as relações entre o universo de formação docente com as práticas reais do ofício e oportunizar ao professor profissional competências mais assertivas.

Considerando os desafios citados, compreende-se que a inserção de conhecimentos de como o cérebro aprende em cursos de formação de professores, pode contribuir positivamente para a construção do perfil docente.

4.2 Formação continuada: Modelando a identidade profissional

Assim como nas demais profissões, o professor não sai da graduação totalmente pronto para enfrentar as demandas do mercado de trabalho. Porém faz-se oportuna uma ressalva que diferencia o professor dos outros profissionais em início de carreira. Enquanto os engenheiros ou médicos iniciam sua carreira com situações de trabalho menos complexas e vão gradativamente acrescentando o nível de dificuldade a partir de suas experiências, o professor iniciante geralmente se depara com as situações mais desafiadoras. Souza (2014) questiona o fato de salas com alunos mais problemáticos e indisciplinados serem delegadas aos professores novatos, pois as turmas consideradas mais satisfatórias, já foram escolhidas pelos professores veteranos. Ora, em um hospital quando há ocorrência de um caso grave, esse jamais é colocado para um médico recém-formado, ao contrário, o médico mais experiente passa a cuidar. Da mesma forma, uma empresa de engenharia não arriscaria um projeto de grande envergadura a um engenheiro que acaba de se formar. Por que no contexto escolar as situações são geridas de outra forma? Onde está a responsabilidade com o processo de ensino e aprendizagem? Há de se testificar nesse exemplo citado, um descaso com a educação brasileira, que começa com as autoridades educacionais e com políticas públicas, que se atentam apenas para dados estatísticos de aprovação escolar com vista em interesses econômicos.

Nesse contexto o professor se conduz a escolhas que contribuirão para formar sua identidade profissional. Uma opção é um caminho de resignação, ele pode ficar alheio, criando estratégias de autopreservação, sendo complacente com o sistema e se juntando a outros professores em lamentações e indiferenças. Outra opção é o caminho da inquietação, do altruísmo, em que ele assume as credenciais de sua profissão e engaja-se na construção de um aluno crítico e transformador, ciente de sua influência, seja ela positiva ou destrutiva.

Em geral, a formação continuada tem como foco os professores que escolhem o caminho da inquietação e buscam uma perspectiva crítico-reflexiva de

suas práticas e não uma acumulação de cursos, conhecimentos ou títulos isolados. Os cursos de formação continuada podem propiciar aos educadores um crescimento profissional que não pode ser oferecido pela graduação, pois nesse caso, o professor tem a oportunidade de aprender e trocar experiências durante o exercício de sua profissão e isso valida o conhecimento adquirido dando uma dimensão de aplicabilidade. Um dos pontos mais significativos da educação continuada é o partilhar de experiências com outros professores. Nóvoa (2015) argumenta que a socialização e o diálogo entre professores são fundamentais para a consolidação dos saberes emergentes da prática profissional. Ele defende, que o novo contato do professor com a universidade proporciona a proximidade com o ambiente acadêmico e com as publicações de pós-graduações, o induz a refletir e produzir conhecimento. O professor da educação básica não tem acesso ao universo acadêmico após a graduação, a menos que vá até ele. Esse encontro possibilita um enriquecimento cultural e torna o ciclo da carreira docente mais dinâmico e crescente.

Entre os cursos de formação continuada citam-se, os cursos de atualizações, as especializações, os mestrados e doutorados. Cabe diferenciar os objetivos preliminares dessas formações. Os cursos de atualizações promovem o despertar do profissional por determinados assuntos relacionados a sua prática, e quando as expectativas vão de encontro com as necessidades do professor podem propiciar um novo olhar sobre sua prática. As especializações corroboram para o estabelecimento de uma criticidade da profissão docente e de modo geral, o professor continua sua carreira na educação básica. Os programas de mestrado e doutorado acadêmicos visam à formação do pesquisador e do docente no ensino superior, portanto o foco está voltado para a produção científica. Já os programas de mestrados profissionais são mais adequados às necessidades do professor da educação básica que busca um processo de formação e de desenvolvimento profissional. Infelizmente ainda no Brasil, não existe um incentivo por parte de políticas governamentais para que o professor da educação básica se atualize. Associa-se à figura do professor de educação básica que a graduação em licenciatura basta. As concepções sociais de que não é necessário saber mais sobre docência, a menos que se torne um professor universitário são fundadas em construções históricas arcaicas, mas que ainda ditam as regras e assim se justifica a falta de fomento e condições plausíveis para que o professor se especialize (SOUZA, 2014). Dessa maneira, configura-se outro desafio imposto ao professor,

conciliar estudo e trabalho. Por outro lado, os ganhos de uma formação contínua resultam na construção de competências que possibilitam articular a teoria e prática. (PERRENOUD, 2000).

O professor se traduz como tal e dá movimento a engrenagem do ensino aprendizagem, a partir do instante em que não se conforma com um desempenho insatisfatório de seus alunos em sala de aula, então percebe que pode ir além e buscar recursos na formação continuada para uma prática docente qualificada. Esse fluxo no decorrer da carreira profissional permite a ação de se auto esculpir, o que dá a forma particular da identidade de cada educador.

Partindo do pressuposto de que o professor depende de uma atitude reflexiva ao longo do exercício docente para seu aprimoramento profissional e que os cursos de formação continuada podem propiciar esse efeito, inserem-se oportunamente os cursos de extensão e formação continuada em neurociências, uma vez que se verifica que a maioria dos docentes em praxe nunca teve contato com os conteúdos relacionados à neurociência. Esses cursos podem fornecer condições para que os professores e outros profissionais da educação compreendam, de forma integrada, as dimensões biológicas, sociais e psicológicas dos processos de aprendizagem e desenvolvimento do aprendiz.

Sugere-se que a apropriação dos princípios neurocientíficos pelos professores pode preencher lacunas que permaneceram no processo de formação do professor, principalmente no que diz respeito ao papel da dimensão biológica, onde se assentam as raízes e os reflexos de comportamentos e características do educando.

CAPÍTULO 05:

TRAJETÓRIA METODOLÓGICA

Esse trabalho de caráter qualitativo propõe uma investigação sob a perspectiva da neurociência sobre as práticas pedagógicas adotadas por três professores de biologia. Segundo Moreira (2002), o teor da análise com a abordagem qualitativa apresenta como características básicas: interpretação como foco; ênfase na subjetividade; condução do estudo flexível; interesse no processo; contexto ligado ao comportamento das pessoas na formação da experiência; reconhecimento da influência da pesquisa sobre a situação e da situação sobre o pesquisador.

5.1 Instrumentos e procedimentos

Foram adotados como instrumentos de pesquisa:

- Questionários pré e pós-testes, que constam no apêndice 1 e 2 respectivamente;
- Câmera filmadora;
- Bloco de anotações.

Os questionários de pré-teste e pós-teste supracitados foram produzidos em uma pesquisa intitulada: “*Percepção do Professor sobre Neurociência aplicada à Educação*” (BARTOSZECK; BARTOSZECK, 2009). Optou-se por adaptar e utilizar esses questionários pelo fato de apresentarem elementos semelhantes ao presente trabalho e por ser validado considerou-se que os dados obtidos sejam mais satisfatórios.

Esse trabalho percorreu ao longo de sua trajetória alguns passos que possibilitaram seu desenvolvimento e conclusão. Assim foi organizado nas fases que se seguem:

A) SONDAGEM PRELIMINAR:

- Aplicação dos questionários pré-testes
- Observação formal das aulas expositivas

B) ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO:

- Averiguação dos registros das aulas e categorização dos dados
- Elaboração do minicurso: Neurociência e educação: A ciência do aprender

C) APLICAÇÃO DO PRODUTO:

- Aplicação do minicurso aos professores

D) SONDAGEM POSTERIOR:

- Aplicação dos questionários pós-testes

Na primeira fase designada por *Sondagem preliminar*, ocorreu o levantamento de dados diagnósticos. Os professores participantes responderam a um questionário indicado no apêndice 1 como pré-teste, elaborado com a finalidade de criar um espaço para que os professores expressem seus conhecimentos acerca das neurociências. Enfatiza-se que o conhecimento dos professores pesquisados sobre o assunto não se tratou de uma condição necessária para o desenvolvimento da pesquisa, uma vez que o ponto principal do trabalho é possibilitar o aprimoramento da prática docente.

A partir de então, iniciou-se a etapa de observações formais das aulas de biologia dos três professores envolvidos. Em acordo com os professores as aulas destinadas à exposição e explicação do conteúdo se estabeleceram como alvo para a continuidade da coleta de dados. Essa observação se deu pela presença da pesquisadora durante as aulas, sendo os dados registrados por meio de anotações em um bloco e/ou filmagens de aulas. Inicialmente foram apresentados aos alunos os objetivos da pesquisa e enfatizado que o foco de enquadramento das filmagens se restringia ao professor, assim eles poderiam participar normalmente das aulas. Foram filmadas quatro aulas de cada professor, totalizando 12h/a de biologia em turmas do 2º e 3º anos do ensino médio. A observação das aulas ocorreu em dias e horários distintos durante o período de 2 meses em datas e horários previamente combinados com o professor. O registro de observações ocorreu em duas turmas diferentes para cada professor. Foi percebido que esse tempo de observação atendeu satisfatoriamente as necessidades da pesquisa, uma vez que as peculiaridades metodológicas de cada professor geralmente não apresentam variações consideráveis de uma aula expositiva para outra. Durante a observação a pesquisadora tentou transmitir através da linguagem corporal e da expressão facial, uma apreciação pela visita a fim de reduzir o desconforto gerado pela observação.

Salienta-se que as observações mantiveram o foco na prática pedagógica e metodológica do professor, porém a pesquisadora registrou também no bloco de anotações as atitudes dos discentes em reflexo a postura do educador. Optou-se pela filmagem por ser uma ferramenta de registro que reduz questões da seletividade do pesquisador e configura a produtividade e estabilidade do estudo (SCAPPATICCI; IACOPONI, BLAY, 2004).

A segunda fase denominada por *Análise e Desenvolvimento* constituiu-se de uma averiguação minuciosa dos vídeos das aulas gravadas e as anotações escritas. Nessa observação foram identificados os métodos predominantes na didática de cada docente e buscou-se estabelecer uma relação com os princípios neurocientíficos. Cabe ressaltar que as informações obtidas foram apresentadas em quadros de observações e as transcrições de alguns trechos dos diálogos presente no bloco de anotações e nas filmagens serão apresentados no decorrer do trabalho conforme a pertinência dos dados.

Com base nos dados obtidos no questionário pré-teste e nas observações foi possível seguir para o próximo passo do trabalho, que consistiu na confecção do produto dessa pesquisa, que se trata da produção de um minicurso interativo em, cujo conteúdo abordou as bases neurocientíficas da aprendizagem e suas aplicações no contexto escolar. O embasamento teórico do minicurso ocorreu a partir de pesquisas de fontes diversificadas como: Lent (2004); Guerra (2011); Relvas (2010); Ribeiro (2007); Herculano-Houzel (2005). A partir desse embasamento e dos dados da pesquisa, houve a construção de inferências para uma melhor aplicabilidade dos conceitos no contexto escolar.

O minicurso foi intitulado como: *“Neurociência e Educação- a ciência do aprender”* e subdividido em quatro módulos no formato mp4. Os módulos foram desenvolvidos em forma de vídeo aulas, com a visualização de slides e a locução da pesquisadora. A DVD-ROM produção do vídeo se deu pela elaboração de slides em *power point*, que adquiriram um formato de vídeo a partir da filmagem do programa *atube catcher* pela captura de tela. A voz foi colhida no Stúdio Agra7, localizado na cidade de Ouro Branco. Em seguida as faixas de áudio foram integradas ao vídeo de forma sincronizada através do programa *movie maker*. Segue a descrição de cada módulo:

-Módulo I: Neurociência Básica- neste módulo foram abordados os aspectos básicos da anatomia e fisiologia do sistema nervoso, com ênfase nas estruturas relacionadas à área cognitiva. Duração: 42 minutos.

- Módulo II: Memória, Atenção e Aprendizagem- este módulo apresenta os fatores fisiológicos e comportamentais relevantes para a atenção, formação da memória e consolidação da aprendizagem. Duração: 26 minutos.

- Módulo III: Transtornos e Dificuldades de Aprendizagem- trata-se da apresentação das dificuldades e transtornos de aprendizagem mais comuns ao cotidiano escolar. Este módulo relaciona os aspectos de disfunções neurológicas básicos, as causas, os sintomas o tratamento e indicações de estratégias que podem ser adotadas pelo professor para lidar com cada situação. Desenvolveu-se temas como: discalculia, dislexia, TDAH (Transtorno de déficit de atenção com ou sem hiperatividade) e TEA (Transtorno do espectro autista). Duração: 36 minutos.

- Módulo IV: Estratégias pedagógicas baseadas na neurociência cognitiva- foram trabalhadas algumas sugestões baseadas nos estudos da neurociência cognitiva que poderão auxiliar o professor em sua prática na sala de aula. Este módulo propôs uma reflexão crítica sobre o proceder docente no contexto contemporâneo e constituiu-se de 16 passos que podem contribuir para a formação de sinapses e conseqüentemente o aprendizado. Duração: 27 minutos.

Na terceira fase indicada por *Aplicação do produto* foi apresentado aos professores participantes da pesquisa, o minicurso em DVD-ROM, constituído pelos quatro módulos em forma de vídeo aulas. Durante décadas, têm sido discutida a inserção dos conhecimentos sobre neurociências no contexto escolar, porém como afirmam Carvalho e Novo (2005), há uma minoria de professores inteirados sobre o assunto. A proposta do minicurso oferecido em mídia aos professores de biologia possibilita a abrangência dos trabalhos da neurociência, uma vez que se trata de um recurso material que pode ser consultado pelo educador sempre que oportuno.

O minicurso foi aplicado na modalidade semipresencial, intercalando encontros presenciais e vídeo aulas à distância. Essa abordagem foi escolhida por se adequar a agenda pessoal de cada professor e também por possibilitar um intervalo entre os módulos, a fim de que não ocorra um excesso de conteúdos aplicados de uma única vez. O primeiro encontro objetivou explicar para os professores a natureza do minicurso e seus principais conteúdos, ficando acordado

que cada professor iria assistir um módulo por vez em local de sua preferência. E em seguida entrariam em contato com a pesquisadora para agendar o próximo encontro. Cada encontro possibilitou um momento para socialização de ideias e esclarecimentos de dúvidas. Esses encontros ocorreram de uma maneira bem informal, havendo um diálogo aberto entre o professor participante e a pesquisadora. No total ocorreram quatro encontros entre a pesquisadora e os professores participantes, com a duração de 30 a 40 minutos cada. Os professores se encontraram separadamente com a pesquisadora, em horários e dias distintos, conforme a conveniência desses.

No último encontro com cada professor e participante, as atividades e reflexões foram finalizadas com a aplicação do questionário pós-teste, o que atingiu o último passo da metodologia descrita anteriormente, denominada de *Sondagem Posterior* para o levantamento dos dados conclusivos. O referido questionário se encontra no apêndice 2 e possui caráter analítico das percepções dos professores sobre o tema tratado no minicurso. Neste caso, com os objetivos de mensurar a compreensão sobre os temas abordados, analisar a pertinência da temática na formação continuada de professores, verificar conforme a perspectiva destes, a pertinência e aplicabilidade dos conceitos e a predisposição pessoal em adotar uma prática diferenciada.

5.2. Os professores participantes

A pesquisa contou com a participação de três professores graduados em Ciências Biológicas, previamente contatados e em pleno acordo com os objetivos da pesquisa, atestado pelo TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo 2). A escolha por professores de biologia se deu ao estabelecimento de uma linguagem comum, pois esses compartilham de um vocabulário científico mais próximo ao que é utilizado nas neurociências minimizando assim as dificuldades relativas às terminologias (RATO; CALDAS, 2010).

Os professores A e B lecionam biologia numa instituição privada de ensino, situada na cidade de Ouro Branco (MG). O professor A leciona há dezoito anos na instituição, tem formação em engenharia agrônoma e licenciatura em ciências biológicas e possui especialização na área da educação, relatou que não possuía conhecimentos na área de neurociências, leciona também no setor público. O

professor B trabalha na instituição há um ano e tem experiência docente de seis anos, tem formação bacharel em ciências biológicas, também não possuía conhecimentos sobre as neurociências. O professor C leciona a disciplina de biologia por sete anos em uma escola da rede pública do município de Ouro Preto, possui licenciatura em ciências biológicas e é mestrando na área da educação, afirmou que tinha conhecimentos superficiais sobre as neurociências. Os professores citados demonstraram satisfação em participar da pesquisa, com ensejo de aprimoramento profissional.

A escolha dos docentes participantes ocorreu pela aceitação e concordância no ato do convite sendo demonstrado interesse pelo tema abordado na pesquisa. Já a escolha das escolas se deu indiretamente, por se tratar do local de trabalho dos professores participantes, porém ressalta-se que ciente dos objetivos da pesquisa, a direção de ambas as escolas demonstrou receptividade e concordância para o desenvolvimento desse estudo, sendo atestado pelo termo de concordância assinado pelos diretores.

5.3 Procedimentos éticos

A partir da avaliação criteriosa do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto e sua posterior aprovação, atestada pelo Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (**CAAE**) cujo número identificador é 51044115.0.0000.5150 deu-se início a pesquisa junto às escolas. Que assinaram um Termo de Concessão da Instituição (anexo 1) com objetivo de esclarecer sobre os procedimentos da pesquisa, bem como o local de sua realização, os estudantes e o docente envolvido nesse estudo.

O consentimento dos três professores que participaram da pesquisa foi confirmado a partir do TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo 2) no qual consta os objetivos da pesquisa, a metodologia utilizada para a obtenção dos dados e os instrumentos utilizados para tal, apresenta os pesquisadores envolvidos (orientadora e orientanda), informa os seus endereços eletrônicos e telefones para contato, bem como o endereço do Comitê de Ética da Universidade Federal de Ouro Preto, caso o participante deseje tirar alguma dúvida junto à Universidade. Esse termo enfatiza os possíveis riscos, os benefícios e que a participação é totalmente voluntária, não havendo nenhum ônus por parte dos

participantes e nem o pagamento dos mesmos pela sua participação. Ainda traz informações sobre o sigilo dos sujeitos participantes, relatando que seus nomes e/ou imagens não serão associados em nenhum documento, relatório ou artigo que resulte deste estudo. Além disso, para garantir o sigilo, os registros produzidos serão acessados apenas pelos responsáveis pela pesquisa.

Todos os registros (gravações de imagem e anotações em caderno de campo) serão guardados pelos pesquisadores durante cinco anos. Após este período, todos os documentos serão incinerados.

CAPÍTULO 06:

RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Análise e interpretação de dados

Os dados obtidos foram analisados com uma abordagem qualitativa e quantitativa, subdivididos em quatro etapas. Na primeira etapa foi feita uma análise das respostas dos questionários pré-testes. Em seguida, na 2ª etapa foi feita uma averiguação criteriosa das anotações no bloco de campo e das gravações das filmagens visando identificar os pontos mais significativos em relação ao proceder docente e os comportamentos verificados foram agrupados em tabelas de observação. Posteriormente, na 3ª etapa, com base nos resultados das análises da segunda etapa foi construída uma categorização de itens sob o viés dos pilares neurocientíficos, sendo os dados reunidos em gráficos. Segundo acordo com Szymanski (2004) o momento de categorização de dados permite ao pesquisador uma compreensão mais profunda e indica uma maneira particular para expor significados. A partir da percepção, comparação, ordenação e interpretação dos agrupamentos de dados obtidos foram construídas inferências, com a finalidade de discutir o diálogo entre a educação e a neurociência e articular conclusões. E por fim na 4ª etapa, foi feita uma análise das respostas dos questionários pós-testes, que visou averiguar as implicações dos princípios da neurociência na prática docente desses professores e pontuar as perspectivas desses professores quanto a aplicabilidade de tais princípios.

Com o objetivo resguardar o sigilo das identificações dos professores, acordado no TCLE, ficou definido que os professores participantes, teriam seus nomes omitidos e no lugar desses adotou-se nomes fictícios. Foram escolhidos os nomes de três biólogos de prestígio internacional por suas contribuições expressivas no âmbito científico para designar de forma hipotética cada professor, segue-se abaixo:

Professor A: *Charles Darwin* designado apenas por professor Darwin

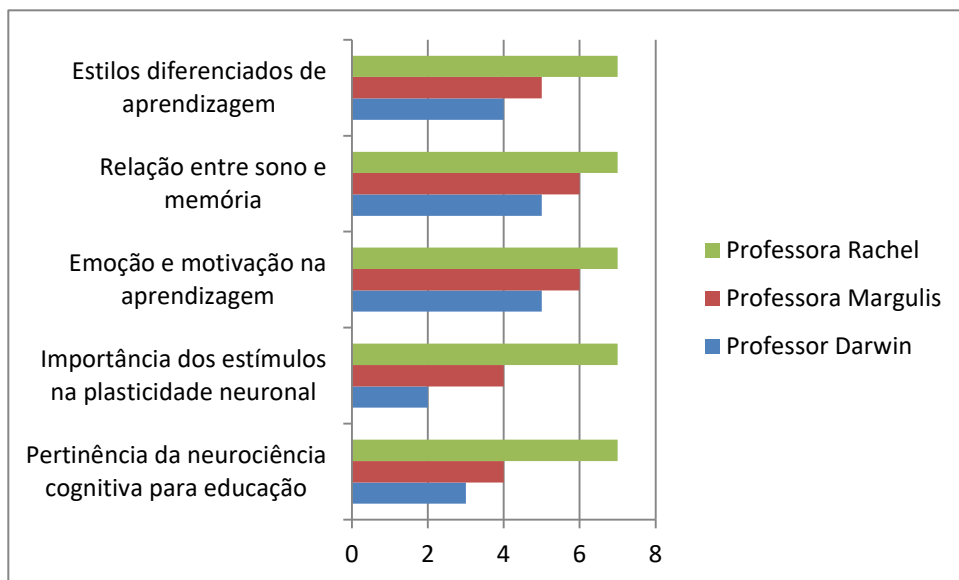
Professor B: *Lynn Margulis* designado apenas por professora Margulis

Professor C: *Rachel Carson* designado apenas por professora Rachel

6.1.1 Etapa 1: Análise das respostas dos questionários pré-teste

O questionário “*Percepção dos professores sobre a neurociência cognitiva*”, foi baseado na escala Likert com sete níveis, de 1=discordo totalmente a 7=concordo totalmente. Esse tipo de escala é muito usado em pesquisas de opinião, em que os participantes indicam seu nível de concordância com uma afirmação, o que evita o uso de respostas extremas. Esta escala tem seu nome devido à publicação de um relatório explicando seu uso por Rensis Likert (ALEXANDRE, 2003). A partir desse instrumento os professores integrantes da pesquisa, especificaram individualmente seu grau de conformidade com cada uma das dez afirmativas. Nenhum dos professores indicou ter tido contato com qualquer conteúdo das neurociências durante sua formação acadêmica na graduação. As 11 afirmativas do questionário pré-teste foram condensadas em cinco categorias e as opiniões dos professores participantes foram agrupadas em um único gráfico (gráfico 3).

Gráfico 3: Compreensão inicial dos professores sobre neurociências



Fonte: Dados da pesquisa

Os professores Darwin e Margulis, reconhecem a importância da emoção e do sono para a aprendizagem, mas em relação aos estilos de aprendizagem e sobre os estímulos na plasticidade cerebral apresentaram certa discordância. Observa-se que o professor Darwin e a professora Margulis expressam opiniões semelhantes,

em que concordaram parcialmente com a relevância dos conhecimentos das neurociências no campo educacional. Já a professora Rachel demonstrou total concordância com todas as afirmativas apresentadas. Esse resultado do pode ser justificado pelo fato dos professores Darwin e Margulis não possuírem conhecimentos a respeito dos estudos em neurociência cognitiva ao contrário da professora Rachel que teve contato com a disciplina na pós-graduação. O número amostral da pesquisa é reduzido, pois o presente estudo tem a pretensão de enfatizar os aspectos qualitativos numa abordagem de maior proximidade com os sujeitos participantes. Porém, ressalta-se que esse resultado, mesmo numa pequena amostra, reflete uma realidade brasileira na formação de professores, em que a maioria dos professores não preconizam os tópicos relacionados à emoção, motivação, estímulos, atenção e memória por desconhecerem a fundamentação biológica sobre os aspectos científicos que embasam esses itens (SIMÕES, NOGARO E PACHECO, 2014)

Como foi colocado no capítulo 02, sobre os pontos congruentes entre os teóricos e os princípios da neurociência cognitiva, alguns teóricos da aprendizagem, supostamente estudados na graduação, chegaram a abordar aspectos semelhantes, porém numa dimensão mais de abstração e com pouca aplicabilidade na sala de aula contemporânea (Tardif, 2002). A neurociência cognitiva atesta que esses tópicos são imprescindíveis para a concretização neural de informações (RELVAS, 2011).

6.1.2 Etapa 2: Análise das observações das aulas

A observação das aulas no âmbito dessa pesquisa não possui um caráter avaliativo em relação ao desempenho docente, no sentido de aprovar ou reprovar comportamentos. Foi dirigida por dimensões específicas e seus objetivos apresentam um cunho de identificação de aspectos peculiares à prática docente que se relacionam com os princípios da neurociência.

A partir da análise das filmagens e anotações foi possível realizar algumas inferências que delineiam o contexto de ensino e aprendizagem. Esses dados permitiram a construção de quatro quadros de registro de observações específicas. Os itens relacionados ao comportamento do professor foram baseados nos critérios de observação focada de Reis (2011). Esses quadros apresentam em uma coluna

uma lista de comportamentos dos professores, observáveis na sala de aula, e as demais colunas relacionadas se referem à indicadores desse aspecto específico em análise de cada professor. A análise dos quadros será feita no subcapítulo seguinte.

Para a classificação dos dados, foi adotada uma escala de classificação com três níveis: Frequente, Intermediário e Raro, sendo estabelecido que a maior incidência dos comportamentos descritos indica atitudes mais assertivas para o critério de observação do quadro em questão.

O quadro 2: “**Organização e gestão**” relaciona os comportamentos dos professores que caracterizam o ambiente da sala de aula na perspectiva de ofertar condições para que os sistemas sensoriais dos alunos captem as informações pretendidas, ou seja, atitudes adotadas pelo professor que minimizem os distratores, como barulho, interrupções inoportunas, uso de *smartphones* para fins pessoais e comportamentos de indisciplina. Não há como falar em uma aprendizagem eficaz, num ambiente em não é possível a captação de informações orientadas pelo professor. Cabe, portanto ao professor se organizar previamente através de um planejamento quanto às ações que serão executadas durante as aulas, estabelecer regras de procedência, comunicar com clareza e gerir com flexibilidade em sintonia com as necessidades dos seus alunos.

Quadro 2: Organização e gestão

Comportamentos	Professor Darwin	Professora Margulis	Professora Rachel
A- Tem os materiais e os equipamentos preparados para a aula	<u>Intermediário</u>	Frequente	Frequente
B- É capaz de antecipar e lidar com problemas de indisciplina	<i>Raro</i>	Frequente	Frequente
C- Identifica as causas de comportamentos incorretos e utiliza técnicas adequadas para corrigi-los.	<i>Raro</i>	Frequente	Frequente
D- A aula está organizada de	<i>Raro</i>	Frequente	Frequente

forma a minimizar comportamentos inapropriados.			
E- Estabelece limites e regras para o uso de smartphones durante a aula.	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>

Fonte: Elaborado pela autora com base nos critérios de observação de Reis (2011)

O quadro 3 “ **Estratégias de ensino**” apresenta implicações na tomada de decisão dos alunos em focar atenção as informações discutidas na aula. Uma vez que o acesso às informações é possível pela organização e boa gestão da sala, é necessário que o professor adeque as estratégias coerentes com os conteúdos trabalhados. Para esse fim o professor deve ser capaz de se expressar bem e diversificar a metodologia para que contemple todos os alunos com suas peculiaridades de aprendizagem. É fundamental que o professor perceba a variação do nível de atenção dos alunos e dinamize seus métodos.

Quadro 3: Estratégias de ensino

Comportamentos	Professor Darwin	Professora Margulis	Professora Rachel
A- Se expressa muito bem, tanto oralmente como por escrito.	<i>Raro</i>	Frequente	<u>Intermediário</u>
B-Explica os conteúdos difíceis de mais de uma maneira.	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>	Frequente
C-Utiliza diversas atividades na aula.	<i>Raro</i>	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>
D-Adequa as estratégias de ensino aos conteúdos.	<i>Raro</i>	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>
E-Reage e adapta-se às alterações de atenção dos alunos.	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>	<u>Intermediário</u>
F-Estimula a curiosidade	<i>Raro</i>	<u>Intermediário</u>	Frequente

G- Repete a informação mais complexa.	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>
H- Destaca os pontos importantes levantando a voz, falando mais devagar ou fazendo uma pausa.	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>
I- Enquanto explica algo, faz pausas para lançar e responder a perguntas.	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>	Frequente
J- Usa linguagem acessível aos alunos	<u>Intermediário</u>	Frequente	Frequente
K- Exemplifica a relevância e a utilidade dos tópicos curriculares para o dia-a-dia dos alunos.	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>	Frequente

Fonte: Elaborado pela autora com base nos critérios de observação de Reis (2011)

No quadro 4: “**Estado de ânimo do professor**”, a finalidade é verificar a motivação e entusiasmo do educador para o exercício de sua profissão. Isso se evidencia no clima da aula que demonstra acolhimento e não tédio. A maneira de como o professor conduz as atividades e se relaciona com seus alunos influencia também na forma como o aluno se relaciona com o conteúdo. Apatia, respostas grosseiras e ameaças geram um ambiente hostil e intimida a aprendizagem.

Quadro 4: Estado de ânimo do professor

Comportamentos	Professor Darwin	Professora Margulis	Professora Rachel
A- Tom de voz estimulante	<u>Intermediário</u>	Frequente	Frequente
B-Sorri enquanto ensina	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>
C-Sentido de humor adequado	Frequente	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>
D-Movimenta- se enquanto fala	<i>Raro</i>	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>
E-Linguagem verbal e corporal não-intimatória	<u>Intermediário</u>	Frequente	Frequente
F- Evidencia descontração	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>	<u>Intermediário</u>

G- Expõe desafios	<i>Raro</i>	<u>Intermediário</u>	Frequente
H- Cria oportunidades para reforçar a autoestima de cada aluno.	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>
I-Proporciona um clima de respeito mútuo	Frequente	Frequente	Frequente
J-Encoraja a participação	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>
K-Integra as ideias dos alunos na aula.	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>	Frequente
L-Estimula o entusiasmo pela aprendizagem.	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>
M- Ouve, analisa e responde aos alunos.	Frequente	Frequente	Frequente

Fonte: Elaborado pela autora com base nos critérios de observação de Reis (2011)

O quadro 5 trata da interação entre o professor, os alunos e o conhecimento. Essa relação deve ser estimulada de forma participativa com o objetivo de criar vínculos nos níveis sociais e mentais, o que possibilita a construção de padrões de significância. A consolidação da aprendizagem e a consequente formação da memória depende da interação e associação de informações coerentes para o julgamento cerebral.

Quadro 5: Interação

Comportamentos	Professor Darwin	Professora Margulis	Professora Rachel
A-Coloca questões a todos os alunos.	Frequente	Frequente	Frequente
B-Valoriza as respostas dos alunos.	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>
C-Encoraja e respeita a explicitação de diferentes pontos de vista.	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>
D-Integra as ideias dos alunos na aula.	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>
E-Coloca questões de diferentes níveis cognitivos.	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>	<u>Intermediário</u>

F-Revela respeito e sensibilidade pelos diferentes estilos de aprendizagem.	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>	<u>Intermediário</u>
G-Estabelece de forma clara a transição entre as atividades.	<i>Raro</i>	Frequente	Frequente
H- Ao longo da aula, faz sínteses das temáticas abordadas.	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>	Frequente
I- No final da aula resume os principais aspectos estudados (ou pede aos alunos que o façam).	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>
J-Verifica frequentemente se os alunos estão assimilando o conteúdo da aula.	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>	<u>Intermediário</u>
K-Estabelece relações entre os novos tópicos e os tópicos já conhecidos.	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>	<u>Intermediário</u>
L-Utiliza eficazmente as experiências, as ideias e os conhecimentos prévios dos alunos.	<i>Raro</i>	<i>Raro</i>	<u>Intermediário</u>
M- Apresenta exemplos e demonstrações de determinados conteúdos.	<i>Raro</i>	<u>Intermediário</u>	Frequente

Fonte: Elaborado pela autora com base nos critérios de observação de Reis (2011)

6.1.3 Etapa 3: Tratamento de dados com base nos princípios neurocientíficos

A neurociência cognitiva dedica-se ao estudo de como o conhecimento se materializa no sistema nervoso, como já foi explanado em vários momentos deste trabalho. Para tanto, esse ramo científico se baseia em três dimensões fundamentais para a aprendizagem, a atenção, a motivação e a memória. A figura 11 demonstra simplificada a estrutura da cognição de maneira representativa, em que o contingente de informações é selecionado pela atenção e por fatores

motivacionais até se materializar bioquimicamente nas regiões cerebrais da memória, o que se consolida a aprendizagem.

Figura 11: Representação esquemática de mecanismos da cognição

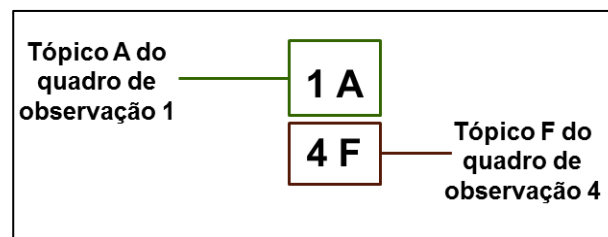


Fonte: Elaborado pela autora

Com respaldo nos tópicos apresentados nos quadros de observações anteriores, foi realizado um redimensionamento que agrupou os comportamentos dos professores que integram essa pesquisa segundo essas três dimensões. Conforme a incidência dos comportamentos descritos nos tópicos apresentados anteriormente, foram gerados gráficos comparativos para cada categoria da neurociência. A escala de classificação recebeu a seguinte atribuição de valor: Raro: 1,0; Intermediário: 2,0; Frequente: 3,0 e posterior conversão em porcentagem.

Os tópicos de comportamentos estão indicados com a letra e o número correspondente ao quadro de observação a que se refere. Segue o exemplo na figura 12.

Figura 12- Esquema explicativo sobre os tópicos de comportamentos incidentes



Fonte: Elaborado pela autora

6.1.3.1 Dimensão A: Atenção

- 2 A- Tem os materiais e os equipamentos preparados para a aula
- 2 B- É capaz de antecipar e lidar com problemas de indisciplina
- 2 C- Identifica as causas de comportamentos incorretos e utiliza técnicas adequadas para corrigi-los.
- 2 D- A aula está organizada de forma a minimizar comportamentos inapropriados.
- 2 E- Estabelece limites e regras para o uso de smartphones durante a aula.
- 3 A- Expressa-se muito bem, tanto oralmente como por escrito
- 3 C- Utiliza diversas atividades na aula.
- 3 E- Reage e adapta-se às alterações de atenção dos alunos.
- 3 H- Destaca os pontos importantes levantando a voz, falando mais devagar ou fazendo uma pausa.
- 3 J- Usa linguagem acessível aos alunos
- 4 D- Movimenta-se enquanto fala
- 4 G- Expõe desafios
- 5 F- Revela respeito e sensibilidade pelos diferentes estilos de aprendizagem.
- 5 G- Estabelece de forma clara a transição entre as atividades.

Os comportamentos descritos acima evidenciam a capacidade do professor em propiciar um ambiente em que as informações podem ser captadas pelo aluno neurotípico sem impedimentos. Podem-se inferir dois tipos de desafios relacionados à falta de atenção, a desatenção explícita e a desatenção implícita. Em dois episódios de aulas do professor Darwin foi notado um ambiente com muita conversa e distratores como *smartphones*, havendo pouca intervenção do professor. A minoria de alunos interessados na correção dos exercícios foi perdendo o interesse e se rendendo aos gracejos dos outros alunos. Alguns alunos afirmavam o seguinte: “- Não gosto de genética. ”; “- Não entendo nada dessa matéria. ” Não houve nenhuma tentativa do professor em refutar tais comentários. Esse momento é caracterizado pela desatenção explícita, em que predomina a atenção involuntária e dividida, os alunos focam seus sentidos e interesses nas conversas alheias e em outros eventos que interrompem as aulas. Sendo assim a barreira já se estabelece num primeiro momento, em que não há captação de informações pelo sistema sensorial e, portanto, a impossibilidade de consolidação cerebral. Já em uma das aulas da

professora Margulis, o ambiente era de silêncio total e os alunos estavam apáticos em relação ao conteúdo. Mesmo percebendo nitidamente que sua explicação não estava sendo recepcionada pelos alunos, a professora seguiu o cronograma até o fim do horário de 50 minutos sem buscar resgatar a atenção, mantendo a mesma estratégia didática. Pode-se caracterizar esse episódio como desatenção implícita, em que a aula não apresentava recursos capazes de estimular o foco da atenção. Foi notado que alguns alunos se esforçavam para concentrar, porém acabavam por demonstrar sonolência. No episódio 1, descrito a seguir, observa-se o comportamento adotado pela professora Margulis:

Episódio 1:

Professora Margulis: “*_Bom, então agora vamos falar de nomenclatura científica. (...)*”

Aluno: “*_ Isso tem a ver com o conceito de espécie? ”*”

Professora Margulis: “*_ Olha, isso vou te responder depois senão foge do tema e não dá tempo de terminar. ”*”

Nota-se que num ambiente de predomínio da desatenção, um aluno trouxe à tona algo que despertou seu interesse, porém foi logo descartado pela professora Margulis. Isso indica uma desconsideração quanto aos aspectos fundamentais da atenção, que é o despertar do interesse. Se não há um legítimo interesse pela informação, mesmo captada pelo sistema sensorial, as chances de serem materializadas em conexões cerebrais são mínimas.

Em outro episódio de aula, nesse caso da professora Rachel, a aula era dinamizada por perguntas que incentivava a participação. Exemplo:

Episódio 2:

Professora Rachel: “*_ Pessoal, iremos falar sobre fungos. Alguém pode me dar um exemplo de fungo? ”*”

Aluno 1: “*_ Cogumelo. ”*”

Professora: “*_ Isso! O que mais gente? ”*”

Aluno 2: “*_ O mofo, né? ”*”

Professora Raquel: “*_ Pois é gente. E isso que está na parede do fundo? ”*”

Aluno 2: “*_ Esse negócio preto é fungo também, o tal bolor, né? Isso tá feio. Precisando de uma reforma. ”*”

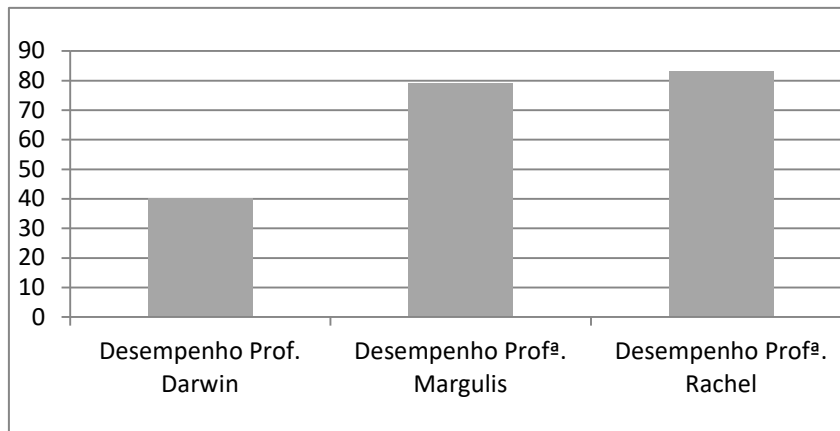
Professora Raquel: “- *Por que vocês acham que ele apareceu aí? O que mais está visível nessa parede?* ”

Aluno 3: “_. *Parece que tá com infiltração.* ”

Professora Raquel: “_. *Sim, é isso que acontece, a umidade favorece o ambiente para a reprodução do fungo.* ”

Essa aula prosseguiu com as explicações sobre os fungos e ficou combinado com os alunos, de trazerem para a aula seguinte, algum alimento “mofado” para a visualização no microscópio. Nesse episódio ficou evidente que os alunos começaram a se interessar pelo assunto quando a professora apresentou um exemplo próximo e explorou as possibilidades circunstanciais, mesmo os alunos dispersos se viraram e passaram a observar a mancha escura na parede.

Embora houvesse alunos com apatia e desinteresse em todas as aulas. Percebeu-se que o número reduzia na medida em que o professor utilizava recursos envolvendo os alunos no assunto da aula, utilizando um discurso dialógico. Foi notado que os professores Darwin e a professora Margulis mantiveram a aula expositiva de 50 minutos com o mesmo recurso metodológico. Detinham o assunto aos aspectos científicos, sem ressaltar a aplicabilidade social. O professor Darwin explicou o conteúdo apenas oralmente, sem nenhum recurso de apoio. A professora Margulis apresentou slides contendo textos e explorou as imagens do livro didático. A professora Rachel alternou os procedimentos didáticos na aula expositiva, com utilização de slides, a apresentação de um vídeo curto relacionado ao assunto e incorporou informações que não continham no livro didático. Pode-se verificar que as aulas da professora Rachel apresentaram mais comportamentos que favorecem o processo de atenção em relação ao professor Darwin e a professora Margulis (gráfico 4). Isso indica que quanto maior for a incidência dos aspectos fundamentais da atenção, mais adequado e convidativo será o ambiente para os alunos focarem e captarem as informações apresentadas.

Gráfico 4 : Desempenho docente em relação ao padrão da atenção

Fonte: Resultado da pesquisa

O gráfico 4 foi construído a partir da consideração de um padrão de desempenho conforme as perspectivas da presente pesquisa. Observa-se que as atitudes dos professores que propiciam a atenção em sala de aula variam de 40% a 83%. A média dos procedimentos facilitadores da atenção seletiva é de 67,3%, o que representa a habilidade dos professores em gerir a sala de aula buscando minimizar atitudes de indisciplina e buscar criativamente instigar os estudantes.

A alteração nos procedimentos didáticos ou a inserção de pequenos intervalos durante as aulas facilitam o processo de atenção seletiva. Após organizar o ambiente de forma que a informação seja acessível aos alunos, o desafio é envolver os estudantes com o tema da aula a fim de que as informações alcancem o cérebro e a aprendizagem seja plausível.

6.1.3.2 Dimensão B: Motivação

- 3 B-Explica os conteúdos difíceis de mais de uma maneira.
- 3 F-Estimula a curiosidade
- 3 K-Exemplifica a relevância e a utilidade dos tópicos curriculares para o dia-a-dia dos alunos.
- 4 A-Tom de voz estimulante
- 4 B-Sorri enquanto ensina
- 4 C-Sentido de humor adequado
- 4 E-Linguagem verbal e corporal não-intimatória
- 4 F- Evidencia descontração
- 4 G- Expõe desafios
- 4 H- Cria oportunidades para reforçar a autoestima de cada aluno.
- 4 I-Proporciona um clima de respeito mútuo
- 4 J-Encoraja a participação
- 4 K-Integra as ideias dos alunos na aula.
- 4 L-Estimula o entusiasmo pela aprendizagem
- 4 M- Ouve, analisa e responde aos alunos.
- 5 C-Encoraja e respeita a explicitação de diferentes pontos de vista.
- 5 B-Valoriza as respostas dos alunos.

A dimensão da motivação abrange aspectos que recebem nas regiões cerebrais as informações selecionadas pela atenção. Após o aluno ter acesso aos estímulos, esses são administrados pela memória de trabalho, sendo a motivação, o combustível desse redimensionamento. O ambiente da sala de aula influencia o estado interno do aluno que irá rejeitar ou assimilar tais informações. Ressalvam-se os casos em que o estudante esteja com algum outro fator resultante de preocupações, como depressão ou problemas pessoais. De maneira geral, o professor detém o comando do clima da aula. Nas aulas observadas durante essa pesquisa, foi possível perceber que os três professores mantiveram de forma geral, um clima aberto para manifestações dos alunos, bom humor e simpatia. Porém, é preciso mais do que um ambiente agradável para motivar o aluno a aprender. As

informações interessantes, desafiadoras e curiosas são melhores recepcionadas pelo cérebro e apresentam chances maiores de permanência. As estratégias docentes devem enfatizar aspectos que precisamente atingem o circuito do prazer. Assim, como já abordado ocorre liberação de neurotransmissores que proporcionam a sensação de bem-estar. Durante a observação das aulas, foi possível detectar dois momentos estabelecidos pela postura dos professores, momentos de indiferença e momentos de estímulos. Essas características estiveram presentes nas aulas observadas, em circunstâncias diferentes. Seguem os episódios que evidenciam cada momento.

Episódio 3:

Professor Darwin: “_ *Turma! Então qual o grupo sanguíneo de Roberto?* ”

Aluno: “_ *É o grupo B?* ”

Professor Darwin: “_ *Não, pelo visto você não entendeu nada dessa matéria. Só pode ser A, pois é filho de Mãe O e pai AB, veja a filiação, olhem aqui no quadro o heredograma, certo? Vamos para a próxima questão.* ”

Esse momento descrito anteriormente evidencia um aluno que participava da aula e estava totalmente alheio ao conteúdo e para compreender dependia que o professor retomasse conceitos anteriores. Mesmo percebendo isso, o professor seguiu adiante acrescentando mais informações aquele assunto abordado na aula. É muito cobrado pela equipe pedagógica e administrativa escolar que o professor finde o planejamento. Porém, para o cumprimento desse propósito, aspectos essenciais para a aprendizagem dos alunos são ignorados. Referindo-se novamente ao episódio 3, se o estudante respondeu é por que se interessou de alguma forma pelo assunto tratado, mas sem a compreensão básica de pré-requisitos não há como entender aspectos complementares. O cérebro desse estudante não encontrou uma lógica significativa para a questão, portanto não há motivos para empreender energia, logo houve o desinteresse. Dessa maneira, sua postura de interesse foi substituída pela apatia.

Episódio 4

Aluno 1: “_ *É possível uma mãe ter filhos gêmeos de pais diferentes?* ”

Professora Margulis: “_ *Como assim? Numa mesma gestação?* ”

Aluno 2: “_ *Sim, tipo, ela fica com um cara numa festa, por exemplo, e depois fica com outro.* ”

Professora Margulis: “_ *E aí turma, o que acham?* ” (vários alunos opinando).

Professora Margulis : “_ *Vamos acompanhar o raciocínio: O que é necessário para que ocorra a fecundação?* ”

Aluno 1: “_ *O óvulo e o espermatozoide.* ”

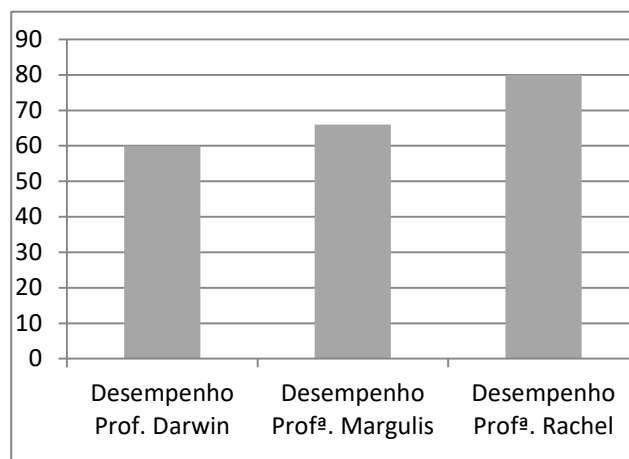
Professora Margulis: “_ *E para ser gêmeos, nesse caso, bivitelinos?* ”

Aluno 3: “[...] *assim, 2 óvulos.* ”

Professora Margulis: “_ *Então, a mulher deverá ter 2 óvulos na tuba, o que não é comum. Assim, qual a chance de um desses óvulos não ser fecundado na primeira relação? O que pode interferir nesse processo?* ”

A aula prosseguiu com as explicações e o professor foi arguindo e sugerindo o raciocínio com a participação dos alunos. Foi notório que o momento privilegiou o interesse, a motivação e conseqüentemente a aprendizagem. Mesmo que a pergunta não estivesse totalmente dentro do assunto estudado, o professor deu atenção aquele fato. Nessa ocasião, o que interessa não é a resposta em si, mas o caminho percorrido para respondê-la. Foram revistos os conceitos de fecundação e reprodução, em uma conversa que não tinha o tom formal de aula. Para explorar os mecanismos da motivação, a aula deve partir de algo que seja instigador para o aluno, assim seu sistema nervoso irá corresponder aos estímulos e favorecer o processo de internalização dos conceitos. Por vezes é necessário que o professor deixe de lado, um plano rígido e seja flexível as verdadeiras motivações e interesses dos alunos. Além de reconhecer o avanço pessoal e integrar as ideias e preferências dos alunos. Pode-se observar um comparativo entre os procedimentos dos professores integrantes da pesquisa (gráfico 5), em que as aulas do professor Darwin abrangeram menos possibilidades de estimular os estudantes em relação as professoras Rachel e Margulis.

Gráfico 5 : Desempenho docente em relação ao padrão da motivação



Fonte: Resultado da pesquisa

A verificação empírica dos procedimentos dos professores, indicou que a porcentagem de atitudes docentes que promovem a motivação em sala de aula varia de 60% a 80% em relação a um padrão recomendado (gráfico 5) e a média desses procedimentos é de 68,6%. Dentre os procedimentos presentes pode-se citar a postura agradável do professor, o estímulo à participação, o clima de respeito e a descontração das aulas. No entanto, foi verificado que a exposição a desafios, o reconhecimento verbal positivo e a exemplificação sobre a relevância dos tópicos curriculares estiveram ausentes durante os episódios de aulas observados.

6.1.3.3 Dimensão C: Memória

3 D-Adequa as estratégias de ensino aos conteúdos.

3 G- Repete a informação mais complexa.

4 G- Expõe desafios

4 J-Encoraja a participação

4 K-Integra as ideias dos alunos na aula.

5 A-Coloca questões a todos os alunos.

5 D-Integra as ideias dos alunos na aula.

- 5 E-Coloca questões de diferentes níveis cognitivos.
- 5 J-Verifica frequentemente se os alunos estão assimilando o conteúdo da aula.
- 5 K-Estabelece relações entre os novos tópicos e os tópicos já conhecidos.
- 5 L-Utiliza eficazmente as experiências, as ideias e os conhecimentos prévios dos alunos.
- 5 M- Apresenta exemplos e demonstrações de determinados conteúdos.
- 5 I- No final da aula, resume os principais aspectos estudados (ou pede aos alunos que o façam).
- 5 H- Ao longo da aula, faz sínteses das temáticas abordadas.

As informações dos tópicos curriculares, após passarem pelo crivo da atenção e da motivação atingem a região do hipocampo no cérebro do estudante. Se elas alcançarem um patamar de compreensão e encontrarem informações semelhantes para conexões, apresentam maiores chances de passarem para o próximo nível: a memória. Para o estabelecimento da aprendizagem é fundamental que as informações sejam compreendidas e repetidas em dias distintos, pois, como foi citado, é durante o sono que a memória de longa duração é formada. Assim, seria impossível afirmar do ponto de vista fisiológico da neurociência que um aluno aprendeu um conteúdo após uma aula expositiva. A aprendizagem sob a ótica da neurociência é consolidada a partir de várias etapas que se submetem aos mecanismos cerebrais, ignorar algumas dessas etapas pode comprometer o resultado final. Durante a observação das aulas foram notados alguns momentos que evidenciam lacunas para a formação da memória. Seguem os episódios em que se permite certificar essas situações.

Episódio 5: (Após uma explanação em monólogo sobre classificação dos seres vivos)

Professora Margulis: “ _ *Alguma dúvida turma?* ”(...). Nenhuma manifestação.

Professora Margulis: “ _ *Ótimo! Então podem realizar as atividades do capítulo.* ”

Nesse episódio não se julga a compreensão dos alunos sobre o tópico, mas a abordagem do professor, que, a propósito é bem recorrente no âmbito escolar. Para saber se há dúvidas ou entendimento é preciso certificar através de perguntas a

respeito do conteúdo explanado. Os alunos devem ser desafiados e encorajados a compartilharem o que assimilaram, pois nesse momento os que entenderam realmente tem a oportunidade de repetir e os alunos que não compreenderam ou não prestaram atenção tem mais uma chance de assimilar, uma vez que o colega possui uma linguagem mais semelhante. Se o conteúdo não fizer nenhum sentido lógico para o cérebro do aluno, talvez será armazenada apenas na memória de curta duração e após a avaliação será deletado, pois em nada serve para sua sobrevivência.

Episódio 6

Professora Margulis: “_ *Capítulo 3, página 215, Poríferos. Como a internet não funcionou, vou pedir pra vocês acompanharem no livro.*

_ *Bom, esse filo porífero é o primeiro a ser estudado, no reino animal (...).*”

Seguiu a explicação com repasse de informações técnicas. Nesse episódio, a professora introduziu o assunto sem identificar os conhecimentos prévios dos alunos, não houve nenhum tipo de sondagem inicial. Também não foi resgatado nenhum aspecto do assunto que pudesse gerar nos alunos uma familiaridade. Conforme Kandel (2009) a formação da memória envolve um conhecimento anterior a que possa haver uma conexão. A memória humana não é estruturada de maneira compartimentada e isolada, é materializada por conexões que se unem por similaridades. Nesse sentido, observa-se que a informação apesar de captada pelo sistema sensorial, apresenta poucas chances de fixação na memória, uma vez que não ocorreu a ativação de conhecimentos de ancoragem.

Quando o professor sonda e percebe que não há conhecimentos prévios, poderá utilizar-se de metáforas como um recurso possível para estimular padrões cerebrais.

Episódio 7

Professora Rachel (ao passar os slides durante as aulas): “_ *Isso nós já vimos né pessoal?*”

Aluno 1: “_ *Já sim, você explicou na última aula.*”

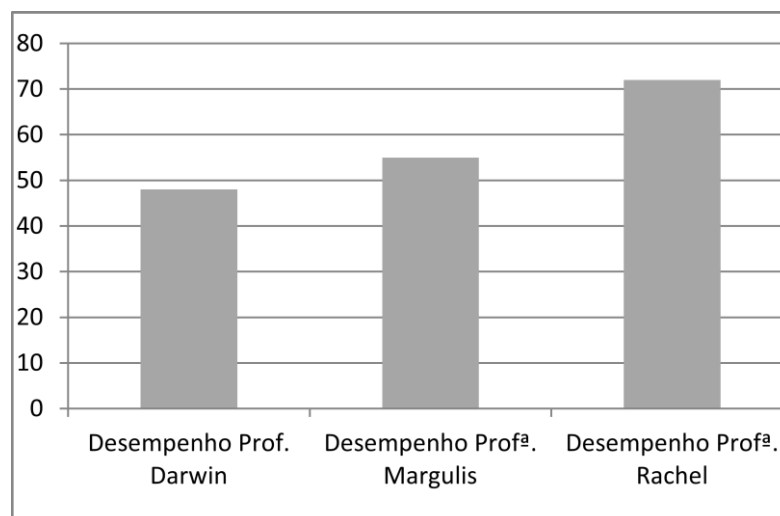
Aluno 2: “_ *Esse é o cogumelo do chá?* ”

Professora: “_ *Isso mesmo! Vamos relembrar então algumas coisas?* ”

Observa-se que a docente, utilizou do momento para evocar as informações. Esse momento permite que o cérebro do estudante, repita as informações e reforce conexões sinápticas. A utilização de recursos que permitem a recursividade facilita o arquivamento das informações, desde que haja sentido para o padrão interno do indivíduo, assim forma-se o raciocínio lógico para determinados assuntos. Decorar informações sem sentido, no geral, promove a retenção apenas na memória de curta duração e logo se dissipa, por isso não há um proveito à longo prazo. A eficiência desse método aumenta se houver variação de métodos, ou seja, apresentar um mesmo assunto de formas diferentes. É comum, ouvir professores se recusarem a repetir e acusarem os alunos de não prestar atenção na explicação. É preciso considerar que o mecanismo da memória depende da repetição, desde que seja coerente para o padrão mental dos estudantes.

Conforme a verificação empírica dos procedimentos docentes que favorecem o estabelecimento da memória, destaca-se a professora Rachel com índices maiores nesse quesito (gráfico 6). Mediante os critérios do presente trabalho, afere-se que as atitudes e métodos dos professores que promovem a memória variam de 48% a 72% (gráfico 6).

Gráfico 6 : Desempenho docente em relação ao padrão da memória



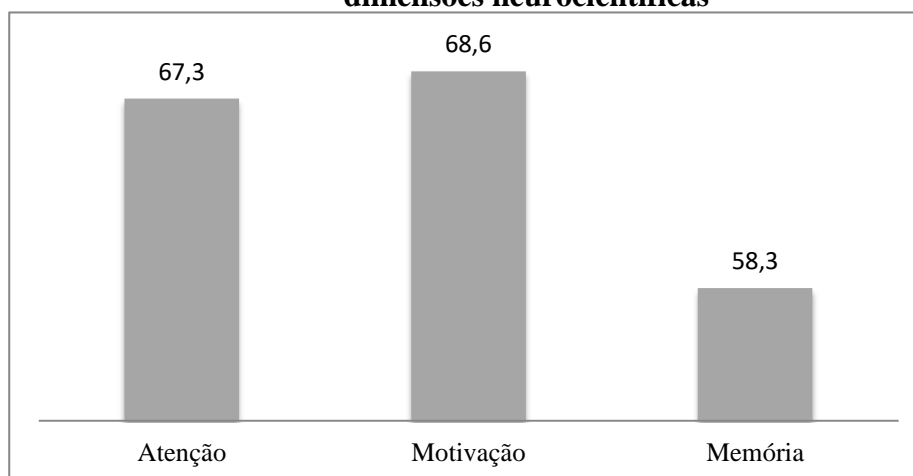
Fonte: Resultado da pesquisa

A média das atitudes que propiciam a memória dentre os professores é de 58%. A respeito dos critérios que compuseram essa média, é válido considerar que as atitudes que promovem a memória são pouco adotadas durante as aulas analisadas, sendo observado apenas a integração das ideias dos alunos e o encorajamento para a participação, ou seja, os itens que se repetem nas outras dimensões cognitivas. Foram evidenciados com muito pouca incidência a consideração de conhecimentos prévios, o estabelecimento de relações entre conteúdos e a repetição do mesmo conteúdo em estratégias metodológicas diferenciadas especificamente nas aulas que subsidiaram a pesquisa.

6.1.3.4 Comparativo entre as três dimensões no contexto docente

Conclui-se que os aspectos referentes à atenção e motivação estiveram mais presentes no cotidiano escolar dos professores que compuseram essa pesquisa, do que os aspectos relacionados com a memória (gráfico 7). Ressalta-se ainda que a memória é o que representa a manutenção de informações cognitivas, ou seja, é o que permite a consolidação da aprendizagem. No geral foram notados comportamentos aleatórios e uma pedagogia mais intuitiva. Embora cada professor apresente uma forma particular para o exercício do ofício é importante que ocorra a adoção de princípios norteadores da prática docente. Quando o professor é ciente dos processos cognitivos, seus procedimentos podem adquirir um caráter mais proposital e assertivo.

Gráfico 7: Incidência de abordagens docentes nas dimensões neurocientíficas



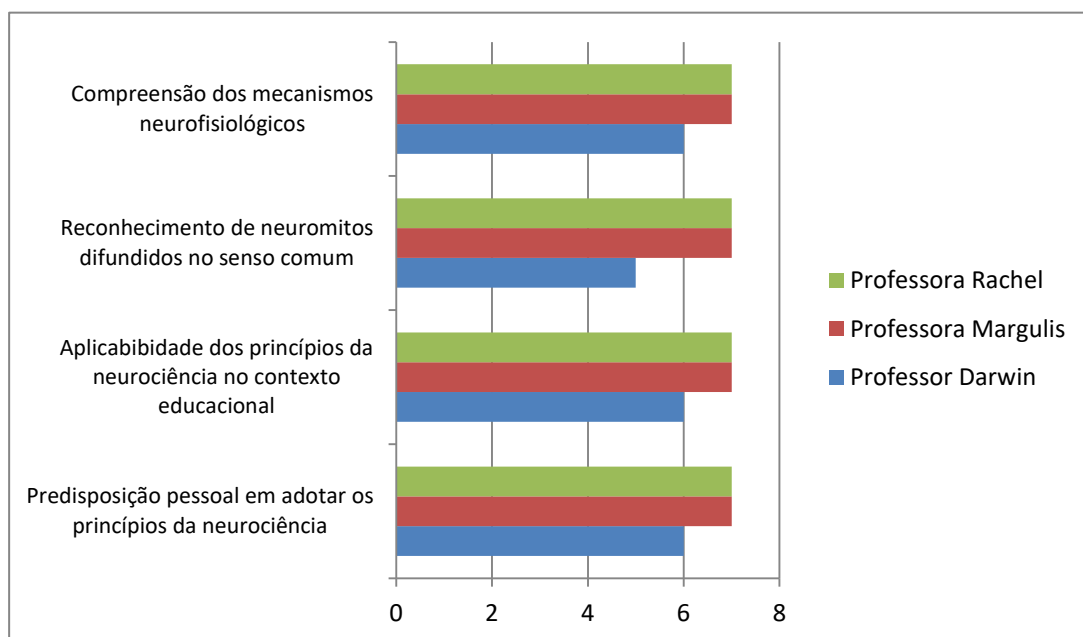
Fonte: Resultado da pesquisa

6.1.4 Etapa 4: Análise do pós-teste

Após a observação das aulas foi produzido e aplicado o minicurso, como já explanado anteriormente. O momento do minicurso proporcionou um contato entre o professor pesquisador e os docentes analisados, durante os encontros foi possível discutir com os professores pontos pertinentes à prática docente e sua relação com o formato de aprendizagem cerebral. Ao final do minicurso, os professores responderam o questionário pós-teste, o que finalizou a participação destes na pesquisa.

As questões do questionário pós-teste foram condensadas em quatro categorias e compuseram as respostas dos professores integrantes dessa pesquisa (gráfico 14). Verificou-se que após a aplicação do minicurso os professores demonstraram compreender os mecanismos básicos da fisiologia cerebral, como o reconhecimento de que a aprendizagem resulta de mecanismos moleculares e modificações estruturais nas conexões neurais, a importância de estímulos na plasticidade cerebral, a maturação biológica neural em períodos distintos da vida e a utilização do cérebro em sua totalidade.

Gráfico 8: Resultado dos questionários pós-testes



Fonte: Resultado da pesquisa

Além das respostas dos questionários pós-testes, foi percebido nos encontros pelas falas dos professores que o minicurso agregou conhecimentos pertinentes à prática docente, sendo possível citar exemplos de comportamentos de alunos e professores que demonstram a relevância dos princípios da neurociência cognitiva.

6.1.4.1 Perspectivas dos professores integrantes da pesquisa

Quanto à aplicabilidade dos conceitos neurocientíficos e a predisposição pessoal em adotar procedimentos respaldados pela neurociência cognitiva, os professores foram consoantes e expuseram satisfação em participar do minicurso. Segue a transcrição de trechos do questionário:

Professora Rachel: *“O minicurso é uma ferramenta muito importante para produção de conhecimento mais específico, possibilitando uma compreensão mais eficaz, pois em minha formação inicial básica houve alguns aspectos deficitários principalmente relacionados ao tema. Esse minicurso possibilitou uma renovação de alguns conceitos apresentados na pós-graduação, bem como uma melhor maneira de ministrar e organizar uma aula. ”*

Professora Margulis: *“O minicurso foi muito proveitoso para minha formação continuada como professora de biologia. Gosto muito de cursos virtuais pela possibilidade de pausar e voltar para ouvir uma informação pouco compreendida. Já apliquei conteúdos abordados no minicurso em minhas aulas, como a divisão da aula em períodos menores para favorecer a concentração e a abordagem da padronização significativa, como a produção do iogurte na aula sobre bactérias, isso aumentou o interesse e compreensão dos alunos. Gostei dos resultados! Obrigada pela oportunidade! ”*

Professor Darwin: *“Apesar de nunca ter tido contato com o assunto neurociência, gostei muito do conteúdo do minicurso. Acredito que contribuiu para minha formação e me fez questionar e refletir sobre algumas intervenções na sala de aula. ”*

Essas falas demonstram que os professores foram despertados a refletirem sua prática, com perspectivas de mudanças atitudinais no decorrer do ofício docente. Tem-se o primeiro passo para o melhoramento do contexto educacional docente. Segundo Zabala (2015) os professores são profissionais que devem atuar e discernir situações adversas em contextos diferenciados de trabalho a fim de reconduzir suas atribuições. Essa complexidade de variáveis no exercício de ensinar exige parâmetros nas tomadas de decisões diárias e os conhecimentos dos princípios da neurociência podem fornecer indicativos de orientações. Portanto agregar o conhecimento de como o cérebro aprende no cotidiano dos professores pode intervir diretamente em sua postura docente com o objetivo de propiciar aos estudantes melhores condições para a aprendizagem (RELVAS, 2011).

6.2 Discussões

Com base nas observações das aulas dos professores participantes foi possível detectar determinados procedimentos respaldados pela neurociência cognitiva e que foram parcialmente desconsiderados na prática docente analisada nesse trabalho. Com suporte na literatura e nos resultados dessa pesquisa fomentou-se uma discussão sobre alguns pontos respaldados pela neurociência cognitiva que contribuem para a formação e reforço de sinapses no cérebro do aluno. Esses aspectos também foram abordados no minicurso, produto desse trabalho.

O primeiro ponto diz respeito à instigação da curiosidade, tendo em vista que o cérebro se atenta para o novo, é importante que o professor estimule o estudante por meio de investigações informais (RELVAS, 2010). Mesmo que o aluno não se envolva ativamente numa discussão em sala de aula, por timidez por exemplo. Entende-se que ele observa o debate e cria mentalmente suas opiniões. Isso enriquece o assunto tratado já que é visto sob diversos ângulos. Essa estratégia auxilia o estudante a ser questionador e a formar seu senso crítico, conseqüentemente seu repertório de informações será avolumado. Outro fator semelhante se relaciona aos desafios, pois o hipocampo é uma região rica em receptores de hormônios de estresse e fundamental na formação de novas memórias (IZQUIERDO et al, 2006). Quando o aluno é desafiado essa região se

dispõe para obter a possibilidade máxima de conexões, deixando-o em estado de alerta. Nesse contexto de foco, as informações tendem a serem armazenadas na memória.

Segundo Silveira (2016), é importante que o professor alterne métodos ativos e passivos, assim os estudantes são encorajados a demonstrarem conhecimentos e habilidades de diferentes formas, automaticamente lhes é proporcionado o aumento do envolvimento na aprendizagem, ampliando suas vivências e, conseqüentemente, aumentando o número de conexões sinápticas. Assistir vídeos, ouvir explicações e a leitura são imprescindíveis, porém devem ser intercalados com atividades práticas, experimentos, discussões em grupos, trabalhos desenvolvidos e explicados pelos próprios alunos, enfim, atividades mais dinâmicas e criativas que dependem de um planejamento prévio do professor, que atuará como o maestro durante a execução dessas atividades pelos alunos.

Os pontos citados anteriormente foram detectados em alguns momentos dessa pesquisa durante as aulas observadas, porém vale ressaltar que o ensino estritamente tradicional oferece certa resistência a esses aspectos. Matias (2016) critica a escola tradicional, por não permitir que os alunos tenham liberdade para agir e se expressarem, o que estimula a passividade. Por outro lado, para que o professor adote uma postura dinâmica para estimular a participação dos alunos é importante que a escola e o sistema educacional ofereçam condições para tal. Numa sala de aula com um número maior de estudantes seria muito mais desafiador e desorganizado promover o envolvimento dos estudantes que numa sala com um número menor.

Como foi apresentado nesse trabalho, o cérebro é organizado em uma rede de neurônios e naturalmente busca por significado (GUERRA, 2011). Portanto associar informações e sondar os conhecimentos prévios são estratégias relevantes para o ensino. Relacionar os assuntos favorece a padronização das informações, o que irá gerar significado e sentido para o aprendiz. Normalmente o cérebro resiste às informações desconexas. Quando o sistema nervoso entra em contato com um assunto o cérebro logo busca aspectos similares já aprendidos para uma conexão sináptica. Dessa forma é importante apresentar um assunto novo a partir de um conhecimento prévio. Em caso de ausência total de um assunto apoio, as metáforas favorecem. Nesse contexto também se enquadra a utilização de técnicas mnemônicas, que são mecanismos intelectuais que estabelecem a associação de

informações para uma rápida evocação. Esse mecanismo permite simplificar a informação para uma melhor apreensão (SOUZA, 2014). Moreira (2006) alerta quanto ao conhecimento prévio, como uma variável de grande influência na aprendizagem. Pois pode possuir um efeito facilitador, ou em alguns casos, inibidor. Uma vez que pode impedir que o aluno perceba novos significados e eventualmente dificultar a aquisição crítica de conhecimentos. Assim, é preciso discernimento no estabelecimento de relações para não restringir a capacidade cognitiva do aprendiz em relação à diversidade de conceitos.

Outro ponto de notoriedade nas neurociências relaciona-se com os princípios motivacionais acionados pelo sistema nervoso. No âmbito neurofisiológico o sistema límbico cerebral se dedica ao circuito do prazer e recompensa, quando ativado leva a liberação de neurotransmissores, como a dopamina. Se o estudo proporciona a sensação de bem-estar por êxito pessoal, o sistema nervoso sempre tende a reforçar os comportamentos que desencadeiam isso. Aliado a esses princípios, observa-se que determinadas atitudes podem ativar esse circuito, como o reconhecimento verbal. Reconhecer um progresso e indicar pontos de melhorias no aluno, o incentiva a persistir, pois traz direcionamento da tarefa (BRANDÃO, 2005). Em contrapartida, muitos estudantes apresentam um baixo desempenho escolar porque vêm de um ambiente ameaçador, com níveis elevados de hormônios do estresse. Esse estado emocional de tensão prejudica a atenção e retenção de informações (MARTURANO, LINHARES & PARREIRA, 1993). Eles precisam de mais estabilidade em sala de aula. É importante dar atenção para minimizar atitudes ofensivas. O professor pode ser firme e exercer a autoridade, sendo gentil e educado. O respeito e o bom humor são indispensáveis para um clima agradável em sala de aula. Para a promoção de aspectos motivacionais e um ambiente harmonioso é fundamental que o professor tenha satisfação no exercício da profissão (MENDES et. al, 2007). O ato de ensinar deve ser exercido com prazer, sem ignorar os desafios presentes no contexto educacional, mas se dispor honestamente no ofício. Uma postura otimista e de busca por aprimoramentos permite o fluir da aprendizagem a partir da predisposição cerebral.

Nesse trabalho analisou-se a dimensão da atenção, constatando que ganhar atenção durante a ministração de aulas é uma tarefa árdua. Conforme Souza (2006), o cérebro tem dificuldade de manter o foco por um período de tempo

prolongado, assim é estratégico dividir a aula em períodos de menores, com pequenos intervalos ou alternância de atividades em meio a uma aula expositiva.

Outro recurso a ser mencionado que se relaciona com a memória, trata-se da recursividade, sendo fundamental para a consolidação da aprendizagem. O esquecimento faz parte de nossa vida, sinapses que não são utilizadas se desfazem, porém, as informações básicas e que se constituem como pré-requisitos para sua disciplina devem ser lembradas em diversas ocasiões das aulas e repetidas sempre que oportuno de diferentes formas. Conforme Lima (2006) a recursividade é uma ferramenta pedagógico que auxilia na promoção da aprendizagem e permite ao estudante utilizar os mesmos conceitos e conteúdos para a apropriação e construção cognitiva.

A utilização de recursos multissensoriais é um tópico que não deve ser ignorado pelo educador. O estímulo do ambiente educacional é fator determinante na organização cerebral. A exploração dos sentidos e a ampliação de suas percepções conduzem a oportunidade de desenvolver competências e habilidades (SILVEIRA, 2016).

Todos os pontos discutidos levantados anteriormente devem ser ponderados a partir do reconhecimento da individualidade do estudante, pois não existe um cérebro igual a outro, cada pessoa possui experiências singulares que lhe dão a forma de suas conexões cerebrais (HERCULANO-HOUZEL, 2005). Comparar um aluno com outro, esperar o mesmo desempenho de todos, ensinar da mesma forma para todos, pode comprometer o processo de aprendizagem. Os estudantes apresentam peculiares formas de aprender, Kempa e Diaz (1990) classificam-nos em relação a preferência em métodos de instrução. Sendo assim: 1) os executores, 2) os curiosos, 3) os cumpridores de tarefas, 4) os sociais. Logo, alguns vão apresentar mais interesse por atividades em grupo, enquanto outros têm preferência por uma didática mais tradicional e ainda outros por descoberta. Para, além disso, há de se considerar as habilidades mentais específicas, a resiliência pessoal, experiências de vida, bojo traumático e maturidade emocional que vão ressaltar ainda mais a especificidade do aprendiz. Laburú, Arruda e Nardi (2003) complementam essa ideia:

[...] os fatores individuais que podem vir a ser colocados numa sala de aula, certamente influenciam, entre outros, a qualidade e a profundidade da aprendizagem, como, também, a decisão do emprego da estratégia

metodológica. Portanto, é questionável uma ação educacional baseada num único estilo didático, que só daria conta das necessidades de um tipo particular de aluno ou alunos e não de outros os aprendizes partem de condições iniciais desiguais e diferenciadas, pois têm trajetórias de vida cognitiva, motivacional e emocional distintas (LABURÚ, ARRUDA E NARDI (2003, p.251).

Diante dessas variáveis, Laburú, Arruda e Nardi (2003) propõem uma prática instrucional pluralista, que não privilegia apenas um estilo de aprendizagem em detrimento a outros. O pluralismo metodológico oferece meios mais abrangentes para desenvolver nos alunos uma aprendizagem que tenha sentido.

Os tópicos reunidos acima não se tratam de prescrições, mas podem servir de estímulo para prática reflexiva do educador. Os conceitos aqui discutidos podem ser administrados conforme a peculiaridade e dinâmica de cada professor com o objetivo de subsidiar mudanças significativas na prática pedagógica. Enquanto o desconhecimento dos princípios cerebrais da aprendizagem pode corroborar para a ineficiência na prática docente. Certifica-se que o teor das proposições abordadas não é inédito, e que de alguma forma o professor reconhece a efetividade destes procedimentos, porém esse entendimento restringe-se ao campo da subjetividade, ou seja, o professor pode até saber que tais atitudes podem colaborar para a aprendizagem, mas sem o dimensionamento proposital. Isso configura ações docentes aleatórias, sem o estabelecimento de um foco com objetivos específicos. Assim, a neurociência possibilita transpor procedimentos docentes da área da subjetividade para a objetividade pautada no âmbito biológico, o que implica em intervenções mais exitosas. Para Maiato e Carvalho (2011):

[...] ao professor, não basta dominar o conteúdo, é necessário organizar suas práticas com eficiência para transpor o ensino com melhor assimilação, escolhendo as mais adequadas metodologias e recursos, partindo da vivência da criança, convertendo assim seu conhecimento científico em aprendizado para o aluno (MAIATO; CARVALHO, 2011, p. 13).

Mediante as análises realizadas nesse trabalho pode-se considerar que a inserção da neurociência cognitiva em cursos de formação de professores pode colaborar para a construção da identidade docente e melhora na aprendizagem. Segundo Grossi e Borja (2016), introduzir os conceitos da neurociência cognitiva para os professores é uma alternativa promissora, uma vez que esses conhecimentos podem possibilitar aos professores uma alternativa de como se conduzir em seu papel no contexto educacional. A escola é uma instituição que

possui uma estrutura organizacional que permite o desenvolvimento de ações relacionadas ao processo mental e os professores são os agentes nesse seguimento. Cosenza e Guerra (2011) destacam o papel do professor como aquele que intervém nos cérebros dos estudantes, sendo imprescindível a compreensão básica dos mecanismos cerebrais. Entretanto, conforme uma pesquisa realizada em 352 matrizes curriculares de cursos de Pedagogia credenciados pelo MEC apenas 6,25% das instituições pesquisadas contemplavam as disciplinas de neurociência e afins nas suas matrizes curriculares (GROSSI et al, 2014). Configura-se então, a necessidade de se disponibilizar essa disciplina em cursos de licenciatura e pedagogia. Ainda, ressalta-se a importância de cursos de extensão e formação continuada que contemplem o tema.

CAPÍTULO 07

Considerações Finais

As questões observadas nesse trabalho permitiram pontuar como os conhecimentos sobre as bases da neurociência cognitiva se relacionam com a prática pedagógica dos professores de biologia. As análises foram realizadas tendo em vista os dados obtidos por questionários, filmagens de aulas, anotações em cadernos de campo e a aplicação semipresencial de um minicurso para três professores de biologia. A partir dos questionários pré-testes, pode-se constatar o que afirma Grossi e Borja (2016) quanto à mínima inserção dos temas da neurociência em cursos de formação de professores e o conseqüente desconhecimento do assunto por partes destes. As aulas dos três professores de biologia foram analisadas sob a ótica da neurociência cognitiva. Os dados adquiridos pelas observações das aulas apontaram que a prática docente dos professores é de caráter mais intuitivo e destituída de princípios norteadores.

Nesse sentido concorda Tardif (2002) quando discorre sobre a inexequibilidade das teorias estudadas na formação de professores e a realidade da sala de aula. Apesar desse distanciamento funcional, verifica-se similaridades peculiares através do delineamento entre os teóricos da aprendizagem e os princípios da neurociência. Esse encontro permite a validação dos resultados de ambas as áreas, porém a neurociência extrapola métodos de avaliação por observação e traz uma vertente científica, por meio de recursos tecnológicos avançados é possível ver a ativação de áreas cerebrais durante a execução de uma ação.

O exame dos procedimentos docentes a partir das dimensões da atenção, da motivação e da memória, permitiu apurar que as ações que viabilizam esses processos em sala de aula estão parcialmente presentes, sendo os mecanismos de memória mais escassos. Isso implica num resultado deficitário para a aprendizagem do estudante, pois é na memória que se estabiliza fisiologicamente a aprendizagem. Izquierdo (2004) reitera que:

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 aplicação do minicurso virtual: *A Ciência do aprender*, e sua posterior análise pelos questionários pós- testes indicaram que os professores integrantes dessa pesquisa atribuíram relevância ao tema e destacaram em suas falas a aplicabilidade dos princípios das neurociências para o direcionamento de ações em sala de aula. Os resultados indicaram que o minicurso aplicado aos professores integrantes dessa pesquisa, contribuiu favoravelmente ao processo de formação continuada de professores, e propiciou a possibilidade de reflexão sobre novas perspectivas educacionais. A interação com os professores foi muito proveitosa, e percebeu-se que havia uma satisfação em participar da pesquisa e certo entusiasmo em relação ao tema. Eles demonstraram predisposição pessoal em adotar os procedimentos indicados no minicurso e buscar transpor os princípios da neurociência cognitiva para atitudes que propiciem a aprendizagem. Essa receptividade também foi verificada numa pesquisa realizada por Bartoszeck e Bartoszeck (2009) na disciplina optativa de Neurofisiologia aplicada à Educação, ofertada ao Curso de Graduação em Pedagogia, da Universidade Federal do Paraná.

A partir dos resultados desse trabalho sustentado também pelo subsídio teórico, conclui-se que os princípios da neurociência se constituem em tópicos norteadores para procedimentos docentes mais assertivos, podendo propiciar melhores repercussões no processo de ensino e aprendizagem, agregando valor às pesquisas educacionais. Cabe, porém uma articulação entre os setores educacionais e científicos para uma movimentação interlocutora a fim de proporcionar acesso entre as pesquisas dos laboratórios de neurologia e as pesquisas em sala de aula. Nesse caminho, o presente trabalho colabora para estreitar as relações entre essas duas ciências e fomenta as pesquisas de caráter empírico. Apesar de um público alvo de apenas três professores, pelo fato de se tratar de uma pesquisa com abordagem qualitativa e assim maior proximidade com os sujeitos participantes, estima-se que sua abrangência nos limites dessa pesquisa atinja a todos os alunos, que irão perpassar por esses professores ao longo dos anos no exercício de seus ofícios. Ressalta-se assim, a importância do professor como multiplicador de ideias e conhecimentos. Esse profissional dotado de

conhecimentos amplos, inclusive ciente dos processos neurocientíficos sobre a aprendizagem, pode intervir e contribuir para o progresso educacional.

É oportuno destacar que a interpretação pedagógica abordada nesse trabalho que se restringiu em sua maior parte aos parâmetros neurocientíficos, não é suficiente para abranger os diversos aspectos das práticas pedagógicas. Pensar desse modo seria simplificar em demasia os componentes envolvidos na educação. A didática, as estratégias metodológicas e todos os procedimentos de um professor em ação formam uma estrutura que deve ser analisada em perspectivas múltiplas. O progresso educacional docente será facilitado a partir da sensibilidade em adequar propostas com coerência e respeitabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRE, João Welliandre Carneiro et al. Análise do número de categorias da escala de Likert aplicada à gestão pela qualidade total através da teoria da resposta ao item. **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, v. 23, p. 1-20, 2003.
- ANSARI, D., COCH, D. **Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience**. Trends in Cognitive Sciences, v.10, p.146-151, 2006.
- REBOLLEDO, Francisco Aguilar. **Plasticidade cerebral**. Parte 1. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, v. 41, n. 1, p. 55-64, 2003.
- BALLONE G. J. **Neurônios e Neurotransmissores** - in. PsiqWeb, on line. Disponível em <www.psiqweb.med.br>. Acesso em 18 de jun. de 2015.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo** (L. de A. Rego & A. Pinheiro, Trads.). Edições 70, Lisboa, 2006.
- BARTOSZECK, A.B. **Neurociência dos seis primeiros anos**: implicações educacionais. EDUCERE. Revista da Educação, 9(1):7-32., 2007.
- BARTOSZECK, A. B.; BARTOSZECK, F. K. **Percepção do professor sobre neurociência aplicada à educação**. EDUCERE - Revista da Educação, Umuarama, v. 9, n. 1, p. 7-32, jan./jun. 2009.
- BLAKEMORE, S. J. U. FRITH. **The Learning Brain: Lessons for Education**. Oxford: Blackwell, 2009.
- BOMFIN, David. **Pedagogia no treinamento**: correntes pedagógicas no ambiente de aprendizagem nas organizações. Qualitymark Editora Ltda, 2004.
- BRANDÃO, Marcus Lira. **As bases biológicas do comportamento: introdução à neurociência**. 2005.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: ME C/SEE, 1997.
- BRESLIN, Paul AS. An evolutionary perspective on food and human taste. **Current Biology**, v. 23, n. 9, p. R409-R418, 2013.
- BOYD, Robert; SILK, Joan B. **How humans evolved**. WW Norton & Company, 2014.
- BURT, ALVIN M. **Neuroanatomia**. Editora Guanabara Koogan S.A., RIO DE JANEIRO, 1995.
- CAMPOS, MC da C.; NIGRO, Rogério Gonçalves. **Teoria e prática em ciências na escola: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 2009.

CARDA, VN. **La Microglía y su función inmunitaria en el sistema nervioso.** Disponível em: <<http://www.medicinageriatrica.com.br/2009/09/24/sistema-nervoso-central-microglia>>. Acesso em 4 ago. de 2016.

CARVALHO, F. A. H. e NOVO, M. S. **Aprender como aprender: otimização da aprendizagem.** Momento, Rio Grande, 17: 45-55, 2004/2005.

CARVALHO, F. A. H. **Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente.** Trabalho Educação e Saúde, Rio de Janeiro, 2011.

COSENZA, Ramon M.; GUERRA, Leonor B., **Neurociência e Educação-Como o Cérebro Aprende.** 1ª edição, Porto Alegre, Artmed, 2011.

CORTEZZI, A. A.; AYUB, S. R. C. O desenvolvimento das habilidades do corpo discente da graduação em administração, com enfoque nas inteligências múltiplas de Howard Gardner. 2002. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado, União das Faculdades dos Grandes Lagos, São José do Rio Preto-SP, 2002.

CHEDID, Kátia A. **Psicopedagogia, Educação e Neurociências.** Rev. Psicopedagogia, São Paulo, v. 24, n.75, p. 298-300, 2007. Disponível em< http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862007000300009>. Acesso em: 10 out. 2016.

CHRISTODOULOU, J.A., GAAB, N. Using and misusing neuroscience in education-related research. *Cortex*, v.45, p.555-557, 2009.

CHUGANI, Harry T. **Biological basis of emotions: Brain systems and brain development.** *Pediatrics*, v. 102, n. Supplement E1, p. 1225-1229, 1998.

CHUGANI, Harry T. MD. **Human Brain Development: Windows of Opportunity.** htchugani@ med. wayne. edu and www. house. mi. gov/SessionDocs/2011. Committee 5-9-28-2011.

CUNHA, M. V. **A psicologia na educação: dos paradigmas científicos às finalidades educacionais.** *Rev. Fac. Educ.*, 24(2), jul. (1998). Recuperado em 7 setembro, 2009

FERNÁNDEZ, F. S. Características de la persona adulta que inciden en el currículo. **UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA, Enseñanza y Aprendizaje Abiertos ya Distancia. Unidad Didáctica**, v. 11, p. 173-214, 2002.

FISBERG, M. (Org.). **Estilos de vida saudáveis: revisão de programas de intervenção e ciência na América Latina.** São Paulo: ILSI Brasil, 2009.

FISCHER, K. W. **Mind, brain, and education: Building a scientific groundwork for learning and teaching.** *Mind, Brain and Education*, 2009.

FONSECA, P. S. **Proposta de definição de inteligência de máquina inspirada na teoria das inteligências múltiplas de Howard Gardner.** 2002. Dissertação

(Mestrado em ciências da computação) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2002.

FRANCO, M. A. M. **PARALISIA CEREBRAL E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS: (in)apropriações do discurso médico.** 2009. 132f. Tese (doutorado). Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em <http://www.biblioteca.cadigita.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/ECJS7WYEZC/marco_ant_nio_melo_franco.pdf?sequence=1>. Acesso em 4 de jun. de 2016.

GARDNER, Howard. **Inteligência: um conceito reformulado.** Tradução de Adalgisa Campos da Silva. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

GARDNER, Howard. et al. **Inteligências Múltiplas ao redor do mundo.** Porto Alegre: Artmed, 2010.

GÁSPARI, J. C.; SCHWARTS, G. M. **Inteligências múltiplas e representações. Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v.18, n.3, São Paulo-SP, set-dez. 2002. p.261-266. Disponível em: . Acesso em: 21 set. 2016.

GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B.; MANGUN, G. R. **Cognitive Neuroscience: the Biology of the Mind.** New York, NY: Norton & Company, 2002.

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, publicação semestral, junho/2011.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro; BORJA, Shirley Doveslei Bernardes. **A Neurociência e a Educação e Distância: um Diálogo Necessário.** Revista Tempos e Espaços em Educação, p. 87-102, 2016.

GONÇALVES, L. A.; S. MELO. "A base biológica da atenção." Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR 13.1, 2009.

GOSWAMI, U. **Neuroscience and education: from research to practice?** Nature Neuroscience Reviews, 7(5):406- 413, 2006. Disponível em <http://www.nature.com/nrn/journal/v7/n5/full/nrn1907.html>. Acesso em 04 de jul. de 2016.

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

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro; BORJA, Shirley Doveslei Bernardes. A Neurociência e a Educação a Distância: um Diálogo Necessário. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v. 9, n. 19, p. 87-102, 2016.

HARDIMAN, M.; DENCKLA, M.B.. **The science of education: informing teaching and learning through the brain sciences**, 2009. Disponível em< <http://>

www.dana.org/news/cerebrum/detail.aspx?id=23738>. Acesso em: 03 de out. de 2016.

HENNEMANN, A. L. **Considerações sobre o livro Neuropsicopedagogia Clínica: Introdução, Conceitos, Teoria e Prática**. Novo Hamburgo, 03outubro/ 2016.

HERCULANO-HOUZEL, S. **O cérebro em transformação**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

HOWARD-JONES, Paul A. Neuroscience and education: myths and messages. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 15, n. 12, p. 817-824, 2014.

IZQUIERDO, Ivan. **Questões sobre memória**. São Leopoldo: Unisinos, 2004.

IZQUIERDO, Iván; BEVILAQUA, Lia RM; CAMMAROTA, Martín. **A arte de esquecer**. Estudos avançados, v. 20, n. 58, p. 289-296, 2006.

KANDEL, E. R. **Em busca da memória: o nascimento de uma nova ciência da mente**. Trad: Rejane Rubino. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

KEMPA, R. F.; DIAZ, M. M. Motivational traits and preferences for different instructional modes in science. Part 1: students motivational traits. *International Journal of Science Education*, London, v.12, n.2, p. 194-203, 1990.

LABURÚ, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Mello; NARDI, Roberto. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, p. 247-260, 2003.

LENT, Robert. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais da neurociência**. São Paulo: Atheneu, 2004.

LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JR, O.; BRAGA, Selma A. Moura. Ensinar ciências. **Presença Pedagógica. Belo Horizonte**, v. 6, n. 33, p. 90-92, 2006.

KREBS, Claudia; WEINBERG, Joanne;. AKESSON, Elizabeth. **Neurociências ilustrada**. Porto Alegre: Artmed, 2013.

MACHADO, Angelo BM. Neuroanatomia funcional. In: **Biomédica**. Atheneu, 1991.

MAIATO, Alexandra; CARVALHO, Fernanda. Neurociências e educação: o papel das metodologias e dos recursos multisensoriais para a aprendizagem. Rio Grande do Sul: FURG, 2011. Disponível em: http://www.x_pesquisa.furg.br/inscrição/trabalhos/219.doc. Acesso em 10 out. 2016.

MARINO, Raul. **Fisiologia das emoções: introdução à neurologia do comportamento, anatomia e funções do sistema límbico**. Sarvier, 1975.

MARTIN, J. H. **Neuroanatomia –Texto e Atlas**. Porto Alegre: AMGH Editora LTDA, 2013.

MARTURANO, Edna Maria; LINHARES, Maria Beatriz Martins; PARREIRA, Vera Lúcia Casari. Problemas emocionais e comportamentais associados a dificuldades na aprendizagem escolar. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 26, n. 2, p. 161-75, 1993.

MAHONEY, Abigail Alvarenga; ALMEIDA, Laurinda Ramalho de. **Afetividade e processo ensino-aprendizagem**: contribuições de Henri Wallon. *Psicologia da educação*, n. 20, p. 11-30, 2005.

MATIAS, Carlos dos Passos Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. **Criar Educação**, v. 5, n. 2, 2016.

MENDES, Luciano et al. Da arte ao ofício: vivências de sofrimento e significado do trabalho de professor universitário. **Revista Mal Estar e Subjetividade**, v. 7, n. 2, p. 527-556, 2007.

METRING, Roberte. **Neuropsicologia e aprendizagem**: fundamentos necessários para planejamento do ensino. Rio de Janeiro: Wak, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Ed. da UnB, 1998.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1999.

MOREIRA, Daniel A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

MOREIRA, Marco Antonio. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: da visão clássica à visão crítica (Meaningful learning: from the classical to the critical view). In: **Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de 2006**.

MORIN, Edgar. **O método 5: a humanidade da humanidade**. 4. ed. Porto Alegre: Sulina, 2007.

NETTER, Frank H. **Atlas de Anatomia Humana**. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

NORONHA, F. **Contribuições da neurociência para a formação de professores**, 2008. Disponível em: <http://www.webartigos.com/articles/4590/1/Contribuicoes-DaNeurociencia-Para-A-Formacao-DeProfessores/pagina1.html>. Acesso em 12 de dez. de 2016.

NÓVOA, António de Sampaio da, Transcrição Jung, and Hildegard Susana. "VIII SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO E II COLÓQUIO INTERNACIONAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS E FORMAÇÃO DE PROFESSORES. **Transnacionalização das Políticas Educacionais**: Impactos na formação docente." *Revista de Ciências Humanas-Educação*16.27, 2015.

PACHECO, José Augusto. **Formação de professores.** Teoria e Praxis. Braga: Universidade do Minho, 1995.

PALANGANA, Isilda Campaner. **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vigotski:** a relevância do social. Summus Editorial, 2015.

PASSARELLI, B. **Teoria das inteligências múltiplas aliada à multimídia na educação: novos rumos para o conhecimento.** In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, 3.ed., São Paulo, 1995. Anais do III Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1995.

PELIZZARI, Adriana et al. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel.** revista PEC, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar:** convite à viagem. Porto Alegre: ArtMed, 2000.

PERUCHI, Luiz Henrique; DA SILVA, Rodrigo Silveira; ARANTES, João Pedro. **Neurociência, ciência da educação e educação física.** Revista Científica UMC, v. 1, n. 1, 2016.

PÓVOA, H; col. AYER, L; CALLEGARO, J. **Nutrição cerebral.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

RATEY, J. J. **O cérebro: um guia para o usuário.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

RATO, J.R.; CALDAS, A.C. 2010. **Neurociências e educação:** realidade ou ficção? In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO EM PSICOLOGIA, VII, Barbacarena, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-44462005000300017&lng=en&nrm=isso. Acesso em junho de 2016.

REBOLLEDO, F.A. **Plasticidad cerebral. Parte 1 - edigraphic.com.** Rev Med IMSS 41 (1): 55-64, 2003.

REIS, Pedro. **Observação de Aulas e Avaliação do Desempenho Docente.** Lisboa: Ministério da Educação – Conselho Científico para a Avaliação de Professores, 2011. Disponível em: <http://www.ccap.min-edu.pt/docs/Caderno_CCAP_2-Observacao.pdf>. Acesso em 30 ago. de 2016.

RELVAS, Marta Pires. Fundamentos Biológicos da Educação – **Despertando Inteligências e Afetividade no processo da Aprendizagem.** Rio de Janeiro, 5ª edição. WAK Editora, 2010.

RELVAS, M. P. **Neurociência e transtornos de aprendizagem:** as múltiplas eficiências para uma educação inclusiva. 5. ed. Rio de Janeiro: Wak, 2011.

REYNA, C. P. **Vídeo e pesquisa antropológica: encontros e desencontros.** Biblioteca on-line de Ciências da Comunicação. 1997. Disponível em <<http://www.bocc.ubi.pt>>. Acesso em 20 de julho de 2015.

RIBEIRO, Sidarta. **Sono ajuda no processo de aprendizagem.** Natal/RN : Tribuna do Norte, 2007.

RIBEIRO, Sidarta; STICKGOLD, Robert. Sleep and school education. **Trends in Neuroscience and Education**, v. 3, n. 1, p. 18-23, 2014.

SCORZA, F.A.; GUERRA, A. de B.G.; CAVALHEIRO, E.A.; CALIL, H.M. 2005. Neurogenesis and depression: etiology or new illusion? Revista Brasileira de Psiquiatria,, 27(3):249-253. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-44462005000300017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 maio de 2016.

SILVEIRA, Mara Musa Soares. **O funcionamento do cérebro no processo de aprendizagem.** 2004. Disponível em <http://www.psicopedagogia.com.br/opinia.asp?entrID=223>. Acesso em: 20 de abril 2016.

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

SOUSA, Carolina. **A teoria sociocultural de Vygotsky.** Miranda, G. e Bahia, S. Psicologia da Educação: temas de desenvolvimento, aprendizagem e ensino, p. 43-51, 2005.

SOUSA, David A. (Ed.). **How the brain learns.** SAGE Publications Ltd, 2006.

SOUZA, Denise Trento Rebello de, and Marli Lúcia Tonatto Zibetti. **"Formação de professores e saberes docentes: trajetória e preocupações de uma pesquisadora da docência-uma entrevista com Ruth Mercado.** "Educação e Pesquisa 40.1 (jan/mar), 2014.

SIMÕES, E. M. S., Nogaro, A., & Pachecho, L. M. D. **Estado do conhecimento: conexões entre neurociência e educação em pesquisas acadêmicas,** 2014.

SCAPPATICCI, A . L. S. S.; IACOPONI, E.; BLAY, S. L. **Estudo de fidedignidade inter-avaliadores de uma escala para avaliação da interação mãe bebê.** Revista de Psiquiatria, v. 26, n. 1, p. 39-46, 2004.

SZYMANSKI, H. **A entrevista na pesquisa em educação.** Brasília: Liver Livro, 2004.

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

TARDIF, Maurice et al. **Saberes docentes e formação de professores**. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

TORTORA, Gerard J. & GRABOWSKI, Sandra R. **Princípios de Anatomia e Fisiologia**. Trad. de Alexandre Lins Werneck. 9ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. N. **The scientifically substantiated art of teaching: a study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science**. Minneapolis: Capella University, 2008.

UNESCO. Brasil. **Educação e Cuidado na Primeira Infância: Grandes Desafios**. Tradução de Guilherme João Freitas Teixeira - Brasília, OECD, Ministério da Saúde, 2002.

VALLE, Luiza Elena Leite Ribeiro do, Eduardo L. VALL, and Rubens Reimão. **"Sono e aprendizagem"**. Revista Psicopedagogia 26.80, 2009.

VARGAS, J.M. R. **Psicologia da memória**. Madri: Aliança editorial, 1995.

VASCONCELOS, Geni Amélia Nader (org). **Como me fiz professora**. 2. ed. Rio de Janeiro: DP & A, 2003.

XAVIER, Gilberto Fernando. **"A modularidade da memória e o sistema nervoso"**. Psicologia USP 4.1-2 , 1993.

WALLON. H. **A evolução psicológica da criança**. 2.ed. Lisboa: Edições 70, 1995.

WHITMAN M.C, GREER C.A. **Adult neurogenesis and the olfactory system**. Prog Neurobiol, 2009.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Penso Editora, 2015.

ZARO, M. A. **Emergência da Neuroeducação: a hora e a vez da neurociência para agregar valor a pesquisa educacional**. 2014. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/viewDownloadInterstitial/276/171>>. Acesso em: 23 de maio de 2016.

APÊNDICE 1

Questionário Pré-Teste

01. Há quanto tempo exerce a docência?

.....

02. Qual é sua formação acadêmica?

() Graduação () Especialização () Mestrado () Doutorado

03. Durante sua formação acadêmica teve contato com conteúdos advindos da neurociência através de alguma disciplina?

() Sim. Identifique a disciplina:

.....

() Não.

*Marque as respostas das questões seguintes conforme a escala:

- Discordo fortemente (1) a concordo fortemente (7).

04. Um melhor conhecimento sobre o cérebro/sistema nervoso, objeto do estudo das neurociências, poderia contribuir para o processo ensino & aprendizagem.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

05. O cérebro mostra “plasticidade” isto é, aprendizagem possível ao longo do período de vida do indivíduo.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

06. Ambientes educacionais “enriquecidos” (recursos diversificados) aceleram fundamentalmente a aprendizagem e o desenvolvimento cerebral.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

07. Um melhor conhecimento sobre o mecanismo biológico da aprendizagem & memória aperfeiçoaria o ensino.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

08. Um melhor conhecimento sobre a gênese da emoção contribuiria para a melhoria do ensino.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

09. Há alguma relação entre sono, memória e aprendizagem?

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

10. Cada aluno possui uma maneira particular de aprender.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

11. A motivação no ambiente educacional pode favorecer o processo de aprendizagem.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

Dados pessoais:

Nome:

.....

Escola:

.....

e-mail:

.....

Obrigada por sua colaboração!

APÊNDICE 2

Questionário Pós-Teste

*Marque as respostas das questões seguintes conforme a escala:

- Discordo fortemente (1) a concordo fortemente (7).

01. O desenvolvimento do cérebro desde a fase fetal até a fase adulta é dirigida geneticamente, pouco importando a experiência no ambiente.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

02. A comunicação entre os neurônios do cérebro e os demais do sistema nervoso dá-se via circuitos neurais, parecido com o projeto elétrico de uma residência.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

03. A comunicação entre as diferentes áreas do cérebro e nervos cranianos e periféricos faz-se por impulsos elétricos produzidos por íons, em conjunto com neurotransmissores.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

04. O processo de aprendizagem resulta de mecanismos moleculares e modificações estruturais nas conexões neurais de sítios no cérebro.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

05. As diferentes áreas do cérebro ficam prontas ou aptas para a aprendizagem, em diferentes idades do indivíduo.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

06. O cérebro é usado 24 horas por dia, mesmo quando dormimos.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

07. Normalmente só usamos 10% da capacidade de nosso cérebro, por isso devemos ativá-lo com técnicas holísticas.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

08. A mente é o resultado supremo da ação do espírito (ou alma) sobre a estrutura do cérebro.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

09. A pesquisa em neurociência pode contribuir para sabermos como o cérebro codifica, manipula e armazena a informação, com vantajosas implicações para o ensino & aprendizagem.

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

10. Você se sente motivado em aplicar os conceitos apresentados no minicurso em sua vivência escolar?

1() 2() 3() 4() 5() 6() 7()

11. Descreva sua opinião em relação ao minicurso, no que diz respeito à sua pertinência para formação continuada de professores.

.....
.....
.....
.....
.....

Dados pessoais:

Nome:

.....

Escola:

.....

e-mail:

.....

Obrigada por sua colaboração!

ANEXO 1

TERMO DE CONCESSÃO

Declaro para os devidos fins junto ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Ouro Preto que concedo o uso desta Instituição de Ensino, Colégio Batista Mineiro, unidade em Ouro Branco, à pesquisadora Sirlândia Kelis Pereira Agra Galvão do programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciência, da Universidade Federal de Ouro Preto, para desenvolver sua pesquisa intitulada **“Implicações da Neurociência na prática pedagógica de professores de Biologia do Ensino Médio”**, sob orientação da professora Dr^a. Luciana Hoffert Castro Cruz. A pesquisa será realizada durante as aulas de biologia com a observação por meio de filmagens com os objetivos de analisar as estratégias pedagógicas sob a perspectiva das neurociências. Serão explicados todos os procedimentos da pesquisa, garantindo o esclarecimento de eventuais dúvidas e obtido o consentimento do(s) participante (s). Não haverá nenhum ônus para esta Instituição decorrente da participação da pesquisa.

No caso do não cumprimento das garantias acima, terei a liberdade de revogar meu consentimento a qualquer momento da pesquisa sem penalização alguma.

Diretora do Colégio Batista Mineiro- Ouro Branco

Ouro Branco, _____ de _____ de _____.

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) – PROFESSOR (A) DE BIOLOGIA

Eu, _____,
de _____ anos de idade, fui convidado (a) pelo (a) pesquisadora Sirlândia Kelis P. Agra Galvão a participar de sua pesquisa, sob orientação da professora Dr^a. Luciana Hoffert Castro Cruz. Sei que tal pesquisa conta com o apoio da direção dessa escola e que seu principal objetivo é: ***Verificar o impacto do conhecimento neurocientífico nas práticas pedagógicas de professores de biologia do ensino médio por meio de observações e a aplicação de um minicurso.*** Fui informado (a) que o projeto terá duração de aproximadamente 2 (dois) meses, envolvendo para a coleta de dados, a observação por meio de câmera filmadora e gravador de 4 aulas expositivas. Estou disposto (a) a participar do minicurso, produto dessa investigação e a responder os questionários de pré-teste e pós-teste. Lecionarei a aula normalmente, ciente que a pesquisadora não fará nenhuma intervenção durante o momento de observação. Ainda compreendo que só farei parte da pesquisa se eu desejar.

O estudo será suspenso ou encerrado em caso de impossibilidade da pesquisadora, por motivos graves, como doença, e/ou no caso da escola ou alunos assim o desejarem.

Fui alertado que este estudo não implicará em maiores riscos para os participantes. O único risco que se corre é a evasão dos dados sobre as imagens gravadas e os nomes dos participantes revelados. Mas para se minimizar esses riscos, eu e os demais professores envolvidos, teremos o anonimato garantido, pois serão utilizados pseudônimos no lugar dos nomes e assim, as informações fornecidas na pesquisa não serão associadas aos nossos nomes em nenhum documento, relatório e/ou artigo que resulte deste estudo. Além disso, para garantir o sigilo, os registros produzidos serão acessados apenas pelos responsáveis pela pesquisa (a orientadora e a mestranda) sendo armazenados na sala 26, no ICEB III da UFOP, campus morro do cruzeiro, por cinco anos a partir da data de publicação da dissertação e após esse prazo serão incinerados.

Entendo que posso esperar alguns benefícios, tais como o conteúdo que será tratado no minicurso, sobre estratégias pedagógicas embasadas nas descobertas da neurociência, podendo ampliar meus conhecimentos acerca do processo de aprendizagem.

Também terei acesso aos resultados do projeto, em dia e local que a direção da escola definirá e poderei acessar o texto completo da pesquisa na página do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências (www.mpec.ufop.br).

Fui informado (a) que a pesquisadora se empenhará para diminuir qualquer desconforto, tal como sentir algum constrangimento com a presença da pesquisadora nas aulas, caso ocorra poderei entrar em contato com a orientadora deste projeto em qualquer momento. Tenho os contatos de email e telefone tanto da aluna de mestrado quanto da pesquisadora responsável, caso eu necessite de mais algum tipo de esclarecimento.

Minha participação não envolverá qualquer gasto, pois as pesquisadoras providenciarão todos os materiais necessários, e, portanto, não haverá ressarcimento de despesas. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Caso eu ainda tenha alguma dúvida quanto a aspectos éticos da pesquisa, posso entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFOP, cujo endereço encontra-se no final desta página.

Sinto-me esclarecido (a) em relação à proposta e concordo em participar voluntariamente desta pesquisa.

Assinatura do (a) docente

Identidade

_____, ____/____/____

Local e data:

Orientanda: Sirlândia Kelis
Pereira Agra Galvão
Email: sisakelis@yahoo.com.br
Telefone: (31) 3769-2596 ou
(31) 8582-8146

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Luciana
Hoffert Castro Cruz.
Email: luhoffert@yahoo.com.br
Telefone: (31) 3559- 1274

Comitê de Ética em Pesquisa – Universidade Federal de Ouro Preto
(CEP/UFOP)

Campus Universitário – Moro do Cruzeiro – ICEB II – sala 29
cep@propp.ufop.br – (31) 3559-1368 / Fax: (31) 3559-1370