

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E A  
MATEMÁTICA – MESTRADO e DOUTORADO

**CLEYTON MACHADO DE OLIVEIRA**

**CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA PARA REFLETIR SOBRE O  
PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS:  
CONHECENDO E RECONHECENDO AS POTENCIALIDADES DO CÉREBRO**

MARINGÁ  
2018

**CLEYTON MACHADO DE OLIVEIRA**

**CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA PARA REFLETIR SOBRE O  
PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS:  
CONHECENDO E RECONHECENDO AS POTENCIALIDADES DO CÉREBRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática.

Área de concentração: Formação de Professores, Renovação Curricular e Avaliação Escolar na área de Ciências e Matemática.

Orientador: Dr. André Luis de Oliveira

MARINGÁ  
2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

Oliveira, Cleyton Machado de

O48c Contribuições da neurociência cognitiva para refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem em Ciências: conhecimento e reconhecimento as potencialidades do cérebro/ Cleyton Machado de Oliveira. -- Maringá, 2018.  
159 f. : il. color. , figs.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz de Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, 2018.

1. Neurociência Cognitiva. 2. Ensino de Ciências. 3. Sequência didática. 4. Classificação dos seres vivos. I. Oliveira, André Luiz, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática. III. Título.

CDD 22. ED.507

JLM-001652

**CLEYTON MACHADO DE OLIVEIRA**

**Contribuições da neurociência cognitiva para refletir sobre o  
processo de ensino e aprendizagem em Ciências: *conhecendo  
e reconhecendo as potencialidades do cérebro***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em *Ensino de Ciências e Matemática*.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. André Luis de Oliveira  
Universidade Estadual de Maringá – UEM



---

Profa. Dra. Maíra Batistoni e Silva  
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP



---

Prof. Dr. Luciano Carvalhais Gomes  
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Maringá, 19 de Fevereiro de 2018.



DEDICO ESTE TRABALHO...

Aos meus pais, Josias e Laur Solange, ao meu irmão Clynton e sua esposa, Mariana, a minha companheira e esposa, Sonia e as nossas duas filhas (Letícia e Larissa) e a todos que estiveram sempre ao meu lado ao longo desta jornada.

## AGRADECIMENTOS

---

Em primeiro, agradecer aos meus pais, Josias e Laurir e meu irmão Clynton, por me apoiar em minhas decisões, pelo amor incondicional e por vibrarem comigo em cada conquista, e principalmente, por ter certeza que onde quer que eu esteja, sempre terei a companhia de vocês.

A minha esposa Sonia, por sua compreensão, companheirismo, paciência e ajuda, estando presente e acreditando em mim, mesmo quando as coisas pareciam ser impossíveis de serem superadas.

As minhas duas razões de viver, minhas filhas Letícia e Larissa, mesmo sabendo/tendo convicção de que passei por muitas horas e dias distantes de vocês, sempre fui recebido com carinho e o mais profundo amor.

Meus sinceros agradecimentos ao meu orientador, professor André Luis de Oliveira, por ter aceito orientar este trabalho e principalmente pelas valiosas contribuições acadêmicas, pessoais e profissionais, um ser iluminado e humano ímpar. Obrigado pela dedicação, compreensão e sobretudo, a humildade em apoiar minhas ideias e incentivar novas perspectivas cognitivas, minha sincera gratidão.

Aos professores Luciano Carvalhais Gomes e Maíra Batistoni e Silva, pela apreciação e principalmente, pelas valiosas contribuições ao trabalho, na banca e, por conseguinte, na conclusão deste. Vossas percepções e apontamentos foram cirúrgicas e muito significativas.

A todos os docentes do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência e Matemática da UEM, por compartilhar o conhecimento adquirido por vocês e proporcionado por diversas vezes um espaço fecundo de novas e boas ideias. Um agradecimento especial, ao coordenador do programa, Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves, por ampliar o escopo para além dos aspectos acadêmicos e “despertar” com suas habilidades cognitivas à verdadeira face da educação no nosso país. Uma menção especial, a Sandra Gregorczyk, que desde o início orientou todos os procedimentos administrativos, com dedicação e acuidade.

Aos meus colegas de componentes e eventos científicos, que contribuíram direta e indiretamente para a minha formação pessoal e profissional, em especial, a Monica Patrícia de Almeida, que além de conhecimento, compartilhou angústias e encorajamento em cada uma das etapas superadas.

Ao Professor Geraldo Trabuco e Luciana Andreia Calvi, diretores do Colégio Estadual Alfredo Moisés Maluff, pela oportunidade de poder desenvolver minha pesquisa nesta instituição que valoriza os aspectos qualitativos em detrimento dos aspectos quantitativos, meu muito obrigado! A Professora e Doutora Paula Silveira Periotto que foi e sempre será minha referência de profissional nos percursos da educação.

E ainda, meu muito obrigado as instituições que atua como colaborador, a SEED Paraná e ao Centro Universitário Leonardo da Vinci (Instituto Dimensão), pois foram elementares para construção da “ponte” entre a teoria e a prática.

Quando você quer alguma coisa, todo o universo conspira para que você realize o seu desejo.  
Paulo Coelho.

OLIVEIRA, Cleyton Machado de. Contribuições da Neurociência Cognitiva para refletir o processo de ensino e aprendizagem em Ciências: conhecendo e reconhecendo as potencialidades do cérebro. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

---

## RESUMO

Com o desenvolvimento tecnológico e as novas concepções teóricas-metodológicas do ensino de ciências, as contribuições para o desenvolvimento das pesquisas na educação para a ciência aumentaram significativamente nas últimas décadas. Nesse sentido, o interesse em torno dos aspectos anatômicos e fisiológicos do cérebro, também cresceram nas diversas áreas do conhecimento, principalmente quando nos reportamos as ciências cognitivas. Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa foi investigar quais as contribuições direta e indireta dos conhecimentos neurocognitivos no processo de ensino e aprendizagem de conceitos biológicos. Para embasar nossa análise teórica, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre diversos aspectos da Neurociência Cognitiva, bem como, sobre as possíveis correlações com o ensino de ciências. No processo de constituição dos dados, combinamos o arcabouço teórico-metodológico citado com o desenvolvimento de uma Sequência Didática, desenvolvida com alunos do 7º ano do Ensino Fundamental de uma instituição pública do Estado do Paraná. Assim, passamos a investigar, a luz da Análise Textual Discursiva, como os conceitos neurocognitivos emergiram nas atividades desenvolvidas com os alunos participantes, ou seja, com o olhar qualitativo nas produções desenvolvidas na Sequência Didática. Em termos gerais, acreditamos que essa pesquisa fornecerá subsídios para que professores, alunos, pais e todos os envolvidos no processo educacional possa compreender a complexidade do ato de aprender e quais os estímulos internos e externos podem ser evidenciados para tal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Neurociência Cognitiva. Ensino de Ciências. Sequência Didática; Classificação dos Seres Vivos.

OLIVEIRA, Cleyton Machado de. Contributions of Cognitive Neuroscience to reflect the teaching and learning process in science: knowing and recognizing the potential of the brain. 2018. Dissertation (Masteres Degree in Education for Science and Mathematics) – Maringá State University, 2018.

---

#### ABSTRACT

With technological development and the new theoretical-methodological concepts of science teaching, contributions to the development of research in education for science have increased significantly in recent decades. In this sense, the interest surrounding the anatomical and physiological aspects of the brain, also grew in the diverse areas of knowledge, especially when we report the cognitive sciences. In this way, the objective of this research was to investigate what the direct and indirect contributions of neurobiological knowledge in the process of teaching and learning biological concepts. To base our theoretical analysis, a bibliographical revision was conducted on several aspects of cognitive neuroscience, as well as, on the possible correlations with science teaching. In the process of establishing the data, we combine the theoretical-methodological framework cited with the development of a didactic sequence, developed with students of the 7th year of the elementary School of a public institution of the state of Paraná. Thus, we investigated, the light of the Textual analysis discursive, as the neurobiological concepts emerged in the activities developed with the participating pupils, i.e. the qualitative look in the productions developed in the didactic sequence. In general terms, we believe that this research will provide grants for teachers, students, parents and all involved in the educational process to understand the complexity of the act of learning and which internal and external stimuli can be evidenced to such.

**KEYWORDS:** Cognitive neuroscience. Science teaching. Didactic sequence; Classification of living beings.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Ilustração demonstrando a localização da Área de Broca .....	28
<b>Figura 2</b> – Ilustração do neurônio visto pelo microscópio pela técnica de Golgi .....	41
<b>Figura 3</b> – Estrutura básica de uma célula nervosa (neurônio) .....	42
<b>Figura 4</b> – Ilustração de um neurônio multipolar comum. Destaque para o Cone de Implantação e os Botões Terminais (Terminal Axonal) .....	43
<b>Figura 5</b> – Condução contínua e condução saltatória dos impulsos nervosos .....	46
<b>Figura 6</b> – Caminho percorrido na transmissão sináptica química .....	47
<b>Figura 7</b> – Representação das meninges cerebrais e espinais .....	49
<b>Figura 8</b> – Representação das estruturas encefálicas após as diferenciações do prosencéfalo, mesencéfalo e rombencéfalo .....	51
<b>Figura 9</b> – Representação dos lobos cerebrais .....	52
<b>Figura 10</b> – Representação do mapa citoarquitetônico original de Brodmann .....	52
<b>Figura 11</b> – Tipos de memória declarativa e não – declarativa .....	59
<b>Figura 12</b> – Texto Apoio utilizado na SD .....	74
<b>Figura 13</b> – Modelo da Atividade Proposta .....	74
<b>Figura 14</b> – Exemplo de uma das espécies projetadas apenas o áudio para serem identificadas pelos alunos .....	75
<b>Figura 15</b> – Fragmento da atividade sugerida para classificação dos objetos .....	76
<b>Figura 16</b> – Projeção de slides com as novas espécies catalogadas nos últimos anos, ênfase nas regras taxonômicas .....	77
<b>Figura 17</b> – Modelo de Cards produzidos pelos alunos.....	77
<b>Figura 18</b> – Recorte de imagens das gravações durante a Convenção dos Seres Vivos .....	78
<b>Figura 19</b> – Amostra de fungos apresentadas pelos “especialistas” do Reino Fungi .....	78
<b>Figura 20</b> – Alunos interagindo na Convenção dos Seres Vivos .....	79
<b>Figura 21</b> – Organograma simplificado das etapas da ATD .....	85
<b>Figura 22</b> – Representações realizadas pelos alunos sobre o tema Vida .....	89
<b>Figura 23</b> - Representação sobre o que é vida .....	90
<b>Figura 24</b> – Atividade aplicada aos alunos sobre características gerais da vida .....	91
<b>Figura 25</b> – Alunos classificando os botões conforme seus critérios .....	95
<b>Figura 26</b> - Slides apresentado a turma sobre os táxons .....	97
<b>Figura 27</b> – Exemplos de cards produzidos pelos alunos .....	98
<b>Figura 28</b> – Caça palavras desenvolvidos pelos alunos .....	99
<b>Figura 29a</b> – Recorte das atividades finais desenvolvidas pelos alunos .....	105

<b>Figura 29b</b> – Recorte das atividades finais desenvolvidas pelos alunos .....	105
<b>Figura 29c</b> – Recorte das atividades finais desenvolvidas pelos alunos .....	106

---

#### LISTA DE QUADROS E TABELAS

---

<b>Quadro 1</b> - Limitações do Ensino por Descoberta .....	34
<b>Quadro 2</b> – Perspectivas do Ensino de Ciências .....	38
<b>Quadro 3</b> – Níveis de Análise das Neurociências .....	39
<b>Quadro 4</b> – Especializações funcionais dos dois hemisférios cerebrais do homem .....	55
<b>Quadro 5</b> - Tipos e Características da Neuroplasticidade Adulta .....	57
<b>Quadro 6</b> – Resumo das atividades da Sequência Didática .....	80
<b>Quadro 7</b> – Demonstrativo dos processos cognitivos evidenciados pelos alunos .....	108
<b>Tabela 1</b> – Evocações dos alunos sobre o tema Vida .....	87

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1. A CONSTRUÇÃO HISTÓRICA E CIENTÍFICA DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA E AS PERSPECTIVAS DO ENSINO DE CIÊNCIAS</b> .....	18
1.1 AS PERSPECTIVAS DO ENSINO DE CIÊNCIAS APÓS A DÉCADA DE 1950: TRAÇANDO UM PARALELO TEMPORAL COM A CONSOLIDAÇÃO DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA .....	31
<b>2. NEUROCIÊNCIA COGNITIVA: AS BASES NEUROLÓGICAS DO ATO DE APRENDER E OS PROCESSOS NEUROCOGNITIVOS E A RELAÇÃO COM O ENSINO DE CIÊNCIAS</b> .....	39
2.1 AS BASES CELULAR DA COGNIÇÃO: COMPREENDENDO OS NEURÔNIOS E A GLIA .....	41
2.2 TRANSMISSÕES SINÁPTICAS: AS CONEXÕES NEURONAIS .....	45
2.3 ORGANIZAÇÃO MACROSCÓPICA DO SISTEMA NERVOSO: CONHECENDO O ENCÉFALO HUMANO .....	48
2.3.1 Especialização e laterização cerebral .....	54
2.4 ALGUNS PROCESSOS NEUROCOGNITIVOS COGNITIVOS: MEMÓRIA, ATENÇÃO, EMOÇÃO E PERCEPÇÃO E AS APROXIMAÇÕES COM O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS .....	56
2.4.1. Memória .....	58
2.4.2. Atenção .....	61
2.4.3. Emoção .....	63
2.4.4. Percepção .....	66
<b>3. PERCURSO TEÓRICO-METODOLÓGICO DA PESQUISA</b> .....	69
3.1. CONTEXTO DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA .....	70
3.2. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO DA PESQUISA .....	71
3.3 CONSTITUIÇÃO DOS DADOS .....	71
3.4 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA .....	82
<b>4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	86
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES: OS PROCESSOS NEUROCOGNITIVOS IMPLÍCITOS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E EXPLÍCITOS NAS ATIVIDADES PRODUZIDAS .....	86
4.1.1 Participação na atividade .....	86
4.1.2 Características gerais da vida .....	90
4.1.3 Classificando os seres vivos: quais são os seus critérios? .....	92
4.1.4 A importância de classificar os seres vivos .....	95
4.1.5 Classificação e taxonomia dos seres vivos: os cinco reinos .....	97
4.1.6 Compreendendo a classificação dos seres vivos .....	100
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	111
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	114



<b>ANEXOS</b> .....	122
<b>ANEXO 1 - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b> .....	123
<b>APÊNDICES</b> .....	127
APÊNDICE A - DETALHAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	128
APÊNDICE B – TRANSCRIÇÕES DAS ATIVIDADES GRAVADAS AO LONGO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	147
APÊNDICE C - ALGUMAS AUTO AVALIAÇÕES DESENVOLVIDAS PELOS ALUNOS .....	153

As demandas do mundo moderno indicam a necessidade permanente da democratização dos conhecimentos científicos, no sentido de oportunizar aos cidadãos uma melhor compreensão do mundo, para nele intervir de forma consciente e responsável, além de fornecer-lhes elementos para uma melhor qualidade de vida (AULER; DELIZOICOV, 2002).

Diante desses novos desafios, o modo como os professores de Ciências e Biologia ensinam podem influenciar as concepções, atitudes e motivações dos alunos em relação ao aprender os conhecimentos biológicos. Krasilchik (2005, p. 52) complementa que,

[...] com a ampliação dos avanços biológicos em seus mais diversos aspectos, percebe-se que ensinar Biologia, no contexto atual, requer do sistema educacional brasileiro adotar mudanças no currículo e no processo de ensino, que diretamente exige dos professores sequências didáticas que consigam abordar estes novos conceitos como estratégia de aproximar tais conhecimentos ao cotidiano dos alunos.

Ao passo que a sociedade se modifica, o ensino de Ciências também se constrói e reconstrói. Após a década de 1950, com o advento da Revolução Técnica e Informacional, passamos a vivenciar diferentes perspectivas, que permeiam o atual processo de ensino e aprendizagem. Assim, a luz da obra de Cachapuz, Praia e Jorge (2002), nos últimos 40 anos, o ensino de ciências foi influenciado por pelo menos 4 perspectivas, a saber: Ensino por Transmissão (EPT), Ensino por Descoberta (EPD), Ensino por Mudança Conceptual (EMC) e Ensino por Pesquisa (EPP).

Ainda que as perspectivas de ensino de Ciências desencadearam diferentes maneiras para desenvolver o processo de ensino e aprendizagem, nem sempre este ocorre de maneira satisfatória. Os insucessos na aprendizagem estão relacionados a diversos fatores, que afloram com as distintas concepções de ensino e aprendizagem em ciências, a organização curricular, a formação de professores, bem como, suas condições de trabalho, a infraestrutura das instituições de ensino e não menos importante, as metodologias de ensino utilizadas (ALMEIDA et al, 2016).

Diante desse cenário, a produção do conhecimento na área de ensino de Ciências tem se intensificado ao longo das últimas décadas. Esse crescente volume de pesquisas, em boa medida está vinculado a expansão dos programas de pós-graduação, sobretudo, a partir dos anos 2000. Vale observar que o maior volume de trabalhos apresentados se concentra na temática: conteúdo – método, onde prevaleceu as reflexões sobre o que e como ensinar (DELIZOICOV; SLONGO; LORENZETTI, 2013).

Quando se discute o processo de ensino e aprendizagem e suas perspectivas para o Ensino de Ciências, bem como, outros fatores relacionados a educação, podemos ampliar tais reflexões para diversos horizontes. Nesse sentido, estudos recentes, relacionados a Neurociência tem contribuído significativamente para esse campo, tanto no intuito de possibilitar uma maior compreensão sobre os mecanismos biológicos do ato de aprender, quanto oportunizar o desenvolvimento de atividades pedagógicas que agem diretamente em tais mecanismos.

Conforme Muniz (2014), a Neurociência lança luz na docência e nos seus procedimentos, possibilitando especificar particularidades do processo cognitivo, permitindo entender melhor como é que ocorre o aprender na escola. Dessa maneira, com o advento de novos recursos tecnológicos, principalmente de imageamento, a Neurociência Cognitiva, um leque das Neurociências, podem contribuir (in) diretamente para que se transcorra uma aprendizagem significativa.

De modo geral, os estudos vinculados a neurociências englobam três ramificações principais, a neurofisiologia, a neuroanatomia e a neuropsicologia. Monteiro (2011, p.12) conclui que:

A Neurofisiologia é o estudo das funções do sistema nervoso, enquanto que a Neuroanatomia é o estudo da estrutura do sistema nervoso em nível macroscópico e microscópico. Já a Neuropsicologia é o estudo da relação entre as funções neurais e psicológicas, ou seja, estudo do comportamento ou mudanças cognitivas.

Assim, o foco das atividades investigativas propostas estarão envolvidas no campo da Neuropsicologia, ou seja, nos aspectos comportamentais e as variáveis cognitivas. Bear, Connor, Paradiso (2008, p. 13, grifo nosso) expõe que,

A história demonstrou claramente que compreender como o encéfalo funciona é um grande desafio. Para reduzir a complexidade do problema, os neurocientistas o “quebraram” em pequenos pedaços para uma análise sistemática, abordagem reducionista. Em ordem ascendente de complexidade, estes níveis são: moleculares (as moléculas permitem aos neurônios se comunicarem-se uns com os outros); celulares (observam como as moléculas trabalham juntas para dar aos neurônios propriedades especiais); de sistemas (estudam como diferentes circuitos neurais analisam informação sensorial, formam a percepção do mundo externo, tomam decisões e executam movimentos); **comportamentais** (tipos de memória, humor, sonhos...) e **cognitivas** (investiga como a atividade do encéfalo cria a mente).

As primeiras impressões conceituais já demonstram que os estudos das neurociências têm por base a interdisciplinaridade. Oliveira (2011, p. 66) reforça essa visão destacando que “A neurociência, definida como o conjunto de ciências envolvidas no estudo do sistema

nervoso, especialmente do cérebro humano, tem por base a interdisciplinaridade (sob visões filosóficas, antropológicas, sociais, psicológica, biológicas entre outras)”.

Ao refletir sobre os insucessos na aprendizagem elencados nas produções científicas, bem como, as novas possibilidades que o campo da Neurociência Cognitiva pode oportunizar e também sobre as próprias percepções vivenciadas na prática, no espaço escolar, por este pesquisador, temos como problemas de pesquisa, os seguintes questionamentos: Quais os aspectos neurocognitivos emergem das múltiplas atividades desenvolvidas pelos alunos nas aulas de ciências? A Neurociência Cognitiva pode auxiliar a organização de situações de ensino de Ciências?

A fim de responder tais questionamentos, essa pesquisa tem como objetivo geral analisar quais aspectos neurocognitivos emergem durante o processo de ensino e aprendizagem com alunos do sétimo ano das séries finais do Ensino Fundamental. Para alcançar esse propósito, temos como objetivos específicos: a) Apresentar os estudos relacionados à Neurociência ao longo da história da humanidade e do ensino de ciências; b) Reconhecer as bases neurológicas do ato de aprender; c) Identificar as aproximações entre Neurociência Cognitiva e o ensino de ciências; d) Evidenciar os aspectos neurocognitivos demonstrados pelos alunos no decorrer de uma Sequência Didática; e) Divulgar os resultados da pesquisa para professores de Ciências Biológicas e áreas afins.

Nesse contexto, este trabalho científico foi didaticamente subdividido em quatro capítulos. No primeiro capítulo buscamos evidenciar a construção histórica e epistemológica da Neurociência Cognitiva e as perspectivas do ensino de ciências. Esse campo da ciência, apesar de ser considerado novo e, principalmente potencializado após as evoluções tecnológicas do século XX, apresenta uma história complexa, que demonstrou toda uma construção conceitual alicerçada nos movimentos históricos, filosóficos, sociais, econômicos e ideológicos do ser humano.

No capítulo dois, serão expostos os argumentos sobre as bases neurobiológicas do ato de aprender, mais uma vez correlacionando com o processo de ensino e aprendizagem em ciências. Dessa maneira, buscamos evidenciar conceitos vinculados a Neurociência Cognitiva sob os auspícios de pesquisadores renomados, tais como: Bear, Connors e Paradiso (2008), Lent (2010) e Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006). Sob uma visão microscópica e macroscópica da cognição, apresentamos alguns processos neurocognitivos superiores, bem como enfatizamos as estruturas cerebrais e suas regiões ou especializações.

No terceiro capítulo, procuramos destacar o delineamento do percurso metodológico da pesquisa, demonstrando o contexto da realização da pesquisa, o referencial metodológico escolhido, suas características e como os dados foram constituídos.

As análises dos dados e os resultados foram amparados na proposta de Moraes e Galiazzi (2013), denominada de Análise Textual Discursiva. Assim, o quarto capítulo, movimentou-se em torno das reflexões e discussões dos dados constituídos e as fundamentações teóricas evidenciadas.

## CAPÍTULO I

**A CONSTRUÇÃO HISTÓRICA E CIENTÍFICA DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA  
E AS PERSPECTIVAS DO ENSINO DE CIÊNCIAS**

---

A história é sempre um recurso essencial para o estudo das variações conceituais ao longo do tempo. A construção de um determinado posicionamento pode gerar impactos imediatos ou tardio, bem como, ser reescrita por novos povos e sustentar novos olhares sociais, culturais, econômicos e políticos.

No que diz respeito a Neurociência, podemos compreender como um ramo científico das Ciências Biológicas recente, porém, com um arcabouço de construções históricas que acompanhou o próprio desenvolvimento do ser humano. Portanto, a Neurociência ganhou notabilidade científica na transição do século XVIII para o século XIX. Oliveira (2011, p. 72) salientou que

O positivismo ditou, principalmente na segunda metade do século XIX, os contornos da neurologia científica, como ela é conhecida atualmente. A racionalização da relação estrutura neural e função nervosa deu à neurologia prestígio social, projetando o cérebro como um órgão fundamental à existência humana, principalmente com o desenvolvimento da neuropsiquiatria.

Os estudos relacionados ao corpo humano sempre provocaram fascínio por seus mistérios e segredos (dos quais muitos perduram até hoje). Castro (2009, p. 11) descreve cirurgicamente que “Assim como os navegadores desbravando mares desconhecidos, cientistas e filósofos têm procurado desvendar as águas profundas da mente humana e sua relação (direta e indireta) com o funcionamento cerebral”.

Mesmo diante da ausência de registros escritos, o funcionamento cerebral já foi motivo de indagações por parte do homem pré-histórico. Em seus estudos, Finger (2004, apud Castro 2009, p. 18) salienta que “os homens pré-históricos tenham notado que traumas cranianos eram capazes de produzir sérios distúrbios mentais, danos a memória, convulsões e alterações do comportamento”.

Estudos de sítios arqueológicos da espécie humana (e seus ancestrais) encontrados em diversas regiões do planeta, em diferentes períodos da pré-história, representados por *Australopithecus africanus*, *Homo erectus*, *Homo neanderthalensis* e *Homo sapiens* demonstram vestígios que tais seres ao lutarem provocavam lesões no crânio, sugerindo que a região da cabeça como uma região crítica a manutenção da vida. (CASTRO, 2009).

As pesquisas realizadas no século XIX, desenvolvidas principalmente pelo arqueologista, escritor e diplomata Ephraim George Squier, sob o aval do neurologista francês Paul Broca, sustentam que os homens pré-históricos realizavam trepanação<sup>1</sup> como procedimento cirúrgico. Clower e Finger (2001, p.1417, traduzido) destacam que:

Em sua monografia de 1877, Squier descreveu o crânio com sua abertura de 15X17mm, como um caso claro de trepanação antes da morte, a abertura ter sido feita “com uma ferramenta a usada por gravadores em madeira e metal.

Por mais rudimentar que parecesse, pois tais processos ocorriam por meio de corte por pedras, chama a atenção o conhecimento anatômico desse período. Existem muitas interpretações médicas, sociais, religiosas e mitológicas para tais procedimentos, que podem gerar outros desdobramentos de estudos científicos.

Com o surgimento da escrita, as inferências sobre o cérebro e suas funções tornaram-se mais precisas. As primeiras manifestações ocorreram em aproximadamente 1.700 a. C. Feldman e Goodrich (1999, p. 282) reforçam que:

O papiro de Edwin Smith, datado em aproximadamente 1.700 a. C., é considerado como o tratado mais antigo que se tem conhecimento a fazer uma referência direta ao cérebro. É escrito em um papiro de 4,5 metros de largura e 33 centímetros de altura por um autor egípcio desconhecido, provavelmente um escrivão que copiava outro manuscrito de um período mais antigo, provavelmente entre 3000 – 2500 a. C. Com erros frequentes, o manuscrito apresenta correções feitas pelo autor nas margens do papiro, tarefa que nunca completou, pois o papiro se encerra com sua última sentença interrompida no meio. Aparentemente, a interrupção foi inesperada e o trabalho de transcrição, por razões desconhecidas, foi abandonado antes de se completar.

Os estudos egípcios proporcionaram diversas visões sobre as relações entre cérebro e o comportamento. Toni, Romanelli e De Salvo (2005, p.49) evidenciam que

[...] devido aos rituais de mumificação realizados, os egípcios adquiriram grande conhecimento de neuroanatomia e do funcionamento cerebral. Dentre os relatos, correlações entre amnésia, perda de consciência e lesões cerebrais localizadas foram feitas, bem como correlatos entre hemiplegia e comprometimento cerebral.

Além das contribuições diretas aos estudos do cérebro, os egípcios também foram responsáveis por considerar o coração como centro das nossas emoções e outras funções relacionadas ao sistema nervoso. “Os antigos egípcios acreditavam que o coração era o centro

---

<sup>1</sup> Do grego, *trupanon* (perfuração, abrir um buraco), é um procedimento cirúrgico que consiste na abertura de uma porção do crânio.

do organismo e estaria conectado com os demais órgãos do corpo através de uma rede de canais, chamados de metu” (CASTRO, 2009, p. 26).

Segundo Rosa (2012, p. 233) “coube aos gregos a glória de terem sido os primeiros a romper algemas do conservadorismo e a libertar a razão”. Diante desse rompimento, os gregos inauguravam uma nova forma de pensar e produzir conhecimento, denominada de Filosofia Natural. Vale ressaltar, sem promover percepções reducionistas, que nenhuma outra civilização antiga deixou marcas ainda tão presentes como os gregos.

Reflexo de um povo comerciante, navegador, competitivo e ambicioso, os gregos valorizavam o corpo pela sua saúde, capacidade atlética, fertilidade, sendo o corpo belo era tão importante quanto uma mente brilhante (BARBOSA; MATOS; COSTA, 2011).

No que se refere ao cérebro, as primeiras fases de estudo dos gregos não contemplavam tal temática. Contudo, sob as reflexões da morada da alma no corpo, Kolb e Wishaw (1986 apud TONI; ROMANELLI; DE SALVO, 2005, p.33) salientam que

[...] gerou discussões que, atualmente, identifica-se por duas hipóteses distintas. A teoria de que o **cérebro serviria ao funcionamento cognitivo** teve origem com Empédocles (430 a.C.) e foi defendida, dentre outros, por Hipócrates (376 a.C.). Por outro lado, filósofos como Aristóteles defendiam a teoria de que o coração (quente e ativo) seria a sede da razão, confinando ao **cérebro a função de refrigeração do sangue** (por ser frio e inerte). Filósofos como Platão (347 a.C.), através da teoria da “alma tripartida”, defendiam a ideia de que **o cérebro seria responsável pela razão (por se encontrar mais perto do céu)**, o coração pelas emoções e vontades e o baixo ventre pelo instinto e desejo (grifo nosso).

Diante dessas proposições divergentes ou dependendo da visão, convergente, os filósofos gregos apresentaram observações sistematizadas sobre o corpo e, conseqüentemente o cérebro. Das inúmeras proposições sobre o tema, um dos maiores legados desta civilização foi correlacionar o cérebro com os processos mentais, a inteligência e as sensações (CASTRO; FERNANDES, 2011).

O fascínio pelo cérebro e sua relação com as sensações e inteligência se tornou objeto de estudo dos filósofos gregos. Em sua obra *Timeu*, Platão considera que a alma seria composta por três partes. Sua parte mais divina e imortal, vinda da própria alma do universo, teria o cérebro como sede e controlaria todo o resto do corpo (CASTRO; FERNANDES, 2011).

Vinculada aos quatro elementos fundamentais, a saber: água, terra, ar e fogo, o filósofo Hipócrates (conhecido como pai da medicina moderna), na sua obra *Da Natureza do Homem*, desenvolve a doutrina humoral. Assim, propõe que o corpo é composto por quatro humores: sangue, flegma, bile amarela e bile negra. Correlacionando-os com os quatro elementos, “o



sangue está vinculado ao ar e ao coração; a bile negra à terra e ao baço; a bile amarela ao fogo e ao fígado; e flegma à água e ao cérebro” (CASTRO, 2009, p.12).

Vale destacar que mesmo Hipócrates contribuindo para os estudos póstumos, o famoso filósofo grego Aristóteles tinha outra visão sobre o encéfalo. Segundo Bear, Connors e Paradiso (2008, p. 5) “Aristóteles se agarrava à crença de que o coração era o centro do intelecto [...] sendo o encéfalo, um radiador para resfriar o sangue, o qual era superaquecido pelo coração”.

A proposta apresentada por Hipócrates influenciou o pensamento ocidental e da medicina por vários séculos, principalmente aos estudos póstumos do médico e filósofo de origem grega, Claudio Galeno (130 – 201 d. C). Durante o Império Romano, Galeno é considerado um dos mais famosos médicos do mundo antigo, sua contribuição foi surpreendente na medicina, pois seus ensinamentos embasavam os estudos da prática médica e científica ao longo do Idade Média (CASTRO; FERNANDEZ, 2009).

Ainda, no que se refere aos estudos e produções de Galeno, sob influência dos trabalhos de Herófilo, Erasístrato, Hipócrates e Platão, ele reorganizou o conhecimento acerca do cérebro e as funções mentais. Finger (2000, apud Castro e Fernandez 2009, p. 805) reforçam tal ideia:

Com Galeno, o conhecimento sobre o sistema nervoso recebeu grande impulso teórico. Após a sua morte no século II, observa-se um longo eclipse no que diz respeito ao estudo prático do cérebro humano, marcando o pensamento ocidental até o século XVI. Sua contribuição ao estudo da relação entre mente e cérebro foi profunda, sendo personagem fundamental na divulgação da ideia do cérebro como sede da alma, além de uma inédita descrição do sistema nervoso.

Apesar das limitações e equívocos nas descrições de Galeno, principalmente condicionadas pelas proibições de dissecar cadáveres humanos, suas contribuições foram significativas para os estudos de anatomia humana. Mesmo diante desse contexto, segundo Pinheiro (2005, p. 180):

[...] Para Galeno, o encéfalo era formado de duas partes: uma anterior, o cerebrum e uma posterior, o cerebellum. Galeno deduziu (corretamente) que o cerebrum estava relacionado com as sensações, sendo também um repositório da memória, enquanto o cerebellum estava relacionado com o controle dos músculos. Os nervos eram condutos que levavam os líquidos vitais ou humores, permitindo que as sensações fossem registradas e os movimentos iniciados.

Nas obras que retratam a História da Medicina, Galeno contribui muito para os conhecimentos sobre o sistema nervoso, que ao contrário de Aristóteles, considerava o cérebro o centro das sensações e do pensamento, a sede da alma. Segundo Major (1954, apud REZENDE, 2009, p. 8), Galeno

[...] descreveu sete pares de nervos cranianos, porém considerou o nervo abducente como parte do nervo óptico; o facial e o acústico (vestibulococlear) como um só nervo, assim como o glossofaríngeo e o acessório. Em realidade, Galeno só não identificou o quarto par, o nervo troclear. Descreveu igualmente trinta pares de nervos espinhais, o grande simpático tóraco-abdominal e a dupla inervação vagal e simpática dos órgãos abdominais.

Adepto das ideias hipocráticas sobre os humores, Galeno acreditava que o corpo funcionava de acordo com o balanço de quatro fluídos vitais, denominados de humores, alocados nos espaços ociosos do encéfalo (os ventrículos cerebrais). Dessa maneira, a produção galênica reforçou e manteve por um longo tempo histórico, que o funcionamento do sistema nervoso se dava por um mecanismo hidráulico.

Durante a Idade Média muitos conhecimentos científicos ficaram restrito aos muros dos mosteiros e sob a tutela da Igreja Católica Romana. Em síntese, com a conversão da doutrina de Galeno em escolástica e dogmática, a igreja manteve o domínio do galenismo em todo o percurso do Feudalismo. A visão de Galeno a respeito do encéfalo prevaleceu por quase 1.500 anos (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008, p. 6).

No que se refere aos estudos do cérebro, Spota (2005, p.3, traduzido) salienta que:

Os médicos que atuaram no Império Romano do Oriente e de Bizâncio fundado em 395, e entre os quais recordaremos de Oribasnis (325-403), Aetuis de Amida (século VI depois de Cristo) e Alexander de Toalhas (525-605) acrescentou muito pouco ao progresso da Neurologia, situação que se prolongou durante quase toda a Idade Média, com raras exceções.

Muito dos problemas relacionados ao cérebro, seja quanto aos aspectos biológicos quanto psicológicos, foram vinculados ao paradoxo sagrado e profano. Ainda segundo Spota (2005), em muitas regiões acreditava-se que muitas enfermidades, como por exemplo, epilepsia, era atribuída as práticas sexuais em condições bizarras, bem como, por fatores demoníacos.

Um personagem muito importante na Idade Média, principalmente no século XIII, foi Santo Tomás de Aquino, que de modo geral retomou as ideias aristotélicas e estabeleceu uma tradição intelectual denominada de Filosofia Natural. Segundo Giordano (2011, p. 21, traduzido), Aquino considerava que

[...] A alma humana não era simplesmente a forma do corpo humano, mas também uma substância espiritual, que sobrevive à morte. Ele colocou as faculdades da alma, como memória e imaginação, para os ventrículos cerebrais. Mas ele afirmou que nenhum órgão físico poderia produzir auto-consciência, nem qualquer pensamento humano. Esta filosofia dominou este século quando as universidades começaram. Apesar do fato de que as dissecações de corpos humanos começaram a ser feitas, os

anatomistas não fizeram novas observações, mas apenas ler os escritos de Galeno e maravilhar-se com a forma como o corpo é organizado e montado, com as faculdades da alma Alojados nos três centros do corpo: o fígado, o coração e a cabeça.

No Oriente, livre da influência do catolicismo, a medicina continuava a desenvolver-se. Os árabes quando irromperam pela Europa, nos séculos VII, traduziram à língua árabe as obras dos filósofos e médicos gregos e romanos (SILVA, 2014). Diante desse legado, muitos desenvolveram conhecimentos e fármacos que contribuíram para tratar diversas patologias, como por exemplo, o uso de ópio e coca como anestésicos.

Autor da obra “Anathomia”, o professor e anatomista italiano Mondino de Luizzi (1270 – 1326) sistematizou a dissecação, restaurando os estudos nesta área e, por conseguinte, contribuiu com as pesquisas no Renascimento. No artigo, “*Mondino de Luzzi: a luminous figure in the darkness of the Middle Ages*”, escrito por Mavrodi e Paraskevas (2014, p.51) fica evidente a importância de Mondino,

Apesar das opiniões de seus críticos, podemos concluir que Mondino de Luzzi fez contribuições importantes e inovadoras para a ciência anatômica medieval. Ele não era um seguidor cego de Galen, desde que ele se desapegou de seu antecessor em muitos tópicos. Apesar de Mondino não ser o primeiro a realizar uma dissecação, seu trabalho marcou o início de uma nova era, quando a dissecação foi incorporada no currículo de escolas médicas. Mantendo tudo isso em mente, Mondino justamente merece o título de "restaurador de anatomia", que abriu o caminho para as grandes descobertas do futuro. Como o Dr. Ernest Wickersheimer, um proeminente historiador francês da medicina, afirma: "se houvesse um renascimento real de anatomia na Europa Ocidental, era devido a Mondino de Luzzi, que sinalizava o início de uma nova era no estudo do corpo humano".

Perante um novo contexto e, principalmente das novas perspectivas humanas sobre a produção do conhecimento, a partir do século XV, iniciam-se os movimentos denominados Renascimento e Humanismo que revolucionaram o pensamento social. Debus (2002, p. 6) destaca que “o Humanismo renascentista não pode ser reduzido à recuperação da pureza de Aristóteles, Ptolomeu ou Galeno, certamente, foi um reviver dos textos neoplatônicos, cabalístico e herméticos da Antiguidade Tardia”.

Ainda reforçando as reflexões sobre as mudanças no Renascimento, Silva (2014, p. 28) sintetiza esse momento histórico, pelos seguintes pontos:

a) o pensamento tende a emancipar-se da Teologia, que deixa de ser disciplina fundamental para os pensadores que dirigem a evolução do pensamento ocidental, os quais se dedicam ao estudo (...) da natureza; b) deixa de ser predominante o respeito à tradição, a fé cega no que foi dito por Aristóteles, Galeno, Ptolomeu, Avicena e Tomás de Aquino; c) o pensamento tende a matematizar-se fazendo-se valer de experiências baseadas em critérios quantitativos, o que permitiu o seu cálculo e medição; d) mantém-se uma atitude ambivalente entre a tradição e o futuro; abundam as inovações (Leonardo, Fracastoro, Vesálio, Paré, Paracelso), mas conservam-se

muitos elementos e critérios do passado que serão sistematicamente revistos a partir do Barroco; e) o triplo contributo bizantino, árabe e ocidental é substituído pelo domínio absoluto, até agora continuado, da ciência europeia; f) acede-se diretamente às fontes do pensamento grego, sem depender dos comentários e compilações medievais; g) postula-se uma nova atitude – o humanismo –, considerando-se o homem como fim em si mesmo e o motor da história e não criatura subordinada aos desígnios divinos; h) o ocaso do feudalismo conduz ao auge das cidades e ao progressivo poder da burguesia; i) o aperfeiçoamento da imprensa conduz à divulgação do saber, à sua difusão; j) número significativo de pensadores são seculares e não teólogos; k) no âmbito religioso produz-se a Reforma, que questiona a autoridade da Igreja; l) a descoberta do Novo Mundo abre novas vias comerciais e marítimas.

A intensa produção ou renovação cultural e artística desse movimento promoveu um grande avanço no estudo da anatomia humana, principalmente representadas pelas obras de Leonardo da Vinci, Andreas Vesalius entre outros. Dessa maneira, vale ressaltar que este período ampliou significativamente os estudos relacionados ao ser humano, principalmente em conhecer seus aspectos anatômicos (SILVA, 2014).

O anatomista belga Andres Vesalius estabeleceu fundamentos da moderna ciência da anatomia. Em 1543 publicou sua principal obra “*De Humanis Corporis Fabrica Libri Septem*”, no qual apresentam a estrutura do corpo humano em sete volumes. Dessa maneira, esta obra simbolizou o encerramento do galenismo. Conforme Singer (1996) “o objetivo dos estudos comparativos de Vesálio era mostrar que os escritos anatômicos de Galeno descreviam a estrutura de animais, e não do homem”.

Dentre os diversos nomes dos estudos da anatomia, nas produções vinculadas ao cérebro, destaca-se o inglês Thomas Willis. Seus trabalhos em *Anatomia Comparada* oportunizou um ótimo legado sobre os estudos do cérebro. Meyer-Villanueva (2010, p.2) evidencia os legados de Willis,

Seu nome dura em uma estrutura vascular, bem conhecida como o círculo ou polígono de Willis na base do cérebro, mas seu legado é muito maior. Ele compartilhou seu conhecimento em várias obras e suas propostas sobre funções cerebrais no córtex e núcleos cerebrais continuam a servir como base e inspiração para os estudos que são realizados hoje, mesmo com técnicas muito sofisticadas de imagens Funcional, para melhor definir questões cognitivas e neurológicas e psiquiátricas.

A obra “*De Cerebri anatome*” (1664) é uma importante contribuição de Thomas Willis, na qual detalhou diversos aspectos relacionados com o sistema nervoso, principalmente quanto a classificação dos nervos cranianos. Além disso, conforme Monducci (2010), na referida obra de Willis, este foi o primeiro que cunhou a palavra “Neurologia”.

Os legados de Willis, no campo da anatomia cerebral, foram ricos em detalhes e modificou drasticamente os estudos posteriores sobre esse assunto. Monducci (2010, p.51)

apresenta em sua dissertação uma descrição minuciosa sobre as contribuições de Thomas Willis, a saber:

Willis apresentou uma descrição bem mais detalhada das estruturas que compõem o corpo estriado, diferenciou-o do tálamo, e soube relacioná-lo, com alguma propriedade, ao controle dos movimentos voluntários. Também descreveu a cápsula interna e o corpo caloso e, ao associá-lo com funções cognitivas superiores, antecipou as teorias que localizam no cérebro áreas funcionais. Distinguiu os papéis funcionais do cérebro e do cerebelo, descrevendo a estrutura arborescente das substâncias branca e cinzenta deste, além de especular sobre o seu papel funcional nos movimentos instintivos e nas ações reflexas. Produziu a primeira concepção sistemática de localização cerebral das funções motoras e sensitivas e isolou a medula, apresentando uma das primeiras descrições do seu suprimento sanguíneo. Segundo Meyer, ao lado de Descartes, é universalmente aceito como um dos pioneiros na descrição da fisiologia das ações reflexas. Identificou os nervos que pertencem ao componente simpático do sistema nervoso autônomo e separou-os do nervo vago, além de conduzir experimentos célebres para apreciar o significado funcional dessas estruturas. Vinchon e Vie argumentam que os trabalhos de Willis relacionados com a fisiologia autonômica constituem a base para o entendimento da moderna fisiologia das emoções. Descreveu e reclassificou a contagem dos pares cranianos (que vinha sendo usada desde Galeno) de 7 para 10 pares de nervos cranianos. A contagem de Willis durou 110 anos, até que Von Sömmerring (1755-1830) estabelecesse o padrão de doze pares, que perdura até os dias atuais.

É uma unanimidade pensar que as contribuições de Willis marcaram a transição entre as visões medievais e modernas sobre a anatomia e fisiologia do cérebro. Outro aspecto que chama muito atenção, nas problematizações e nas buscas por Willis é que muitas questões levantadas naquele momento histórico, ainda permanecem abertas. Zimmer (2004, p. 21) corrobora esta reflexão destacando que “Thomas Willis anunciou a Era Neurocêntrica”, ele fez pelo cérebro e nervos o que William Harvey fizera pelo coração e o sangue: transformou-os em objetos de estudos das ciências moderna”.

Um outro aspecto histórico e filosófico muito relevante na história das neurociências, foi a contribuição de René Descartes (1596 -1650), considerado por muitos como fundador da filosofia moderna. Simões (2016, p. 20) salienta que Descartes “no século XVII, acreditava que o corpo e a alma eram duas unidades distintas, fundando a teoria dualista”. Vale ressaltar que tais desdobramentos dos postulados de Descartes permanecem até a atualidade, principalmente quando estudos ou investigações psicológicas não reconhecem fatores biológicos e vice-versa.

Descartes acreditava que a mente era uma entidade espiritual que recebia sensações e comandos dos movimentos pela comunicação como maquinaria do encéfalo por meio da glândula pineal (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008). Além dessas concepções, Descartes também foi grande defensor da “teoria do fluido mecânico”, no qual se acreditava que nos

ventrículos cerebrais circulavam fluídos, ou espíritos, que seriam importantes na regulação do comportamento (FLUENTES, 2008).

Mesmo não se constituindo como ciência, pois não tinha métodos científicos específicos, ainda no século XVIII, o sistema nervoso já havia sido completamente dissecado e dividido em central (encéfalo e medula espinal) e periférico. Conforme Bear, Connor e Paradiso (2008, p.7):

No final do século XVIII, um importante passo na neuroanatomia foi a observação de que o mesmo tipo de padrão de saliências (os giros) e sulcos (ou fissuras) podia ser identificado na superfície cerebral de cada indivíduo. Este padrão, que permite a divisão do cérebro em lobos, foi a base da especulação de que diferentes funções estariam localizadas em diferentes saliências do cérebro.

Com a Era Científica, no final do século XVIII e início do século XIX, além dos avanços técnicos, principalmente dos microscópios compostos e da eletricidade, a Neurociência se consolida como ciência. Somente no final do século XIX, é que o sistema nervoso tornou-se tema de uma Ciência específica. “Os responsáveis por isso foram Camillo Golgi e Santiago Ramón y Cajal que fizeram descrições detalhadas das células nervosas” (KANDEL; COLS, 2003, p. 45).

Dois campos do conhecimento científico foram fundamentais neste percurso histórico da Neurociência, a eletrofisiologia (que de modo emblemático, marca a consolidação da Neurociências) e as localizações funcionais do cérebro. As contribuições de Alessandro Volta (1745-1827) e Luigi Galvani (1737 – 1798), a ideia de fluxo hidráulico do sistema nervoso passa a ser entendido como fluxo elétrico. Os eletrofisiologistas desta época conseguiram mostrar que a atividade elétrica de uma célula nervosa afeta a atividade de uma célula adjacente de maneira previsível (KANDEL; COLS, 2003).

Um anatomista que não pode deixar de ser referenciado nos estudos das neurociências é o espanhol Santiago Ramon y Cajal. Com base nas técnicas histológicas desenvolvidas pelo italiano Camilo Golgi, bem como, nos desdobramentos dos estudos de eletrofisiologias, foi desenvolvida a “doutrina neural”. No texto de Sabbatini (2003) ele sintetiza quatro predicados desta doutrina, a saber:

a) O neurônio é a unidade estrutural e funcional do sistema nervoso; b) Os neurônios são células individuais, que não se comunicam com continuidade protoplasmática com outros neurônios, nem anatomicamente, nem geneticamente; c) O neurônio tem três componentes: dendritos, soma (corpo celular) e axônio. O axônio pode ter várias arborizações, que fazem contato íntimo com os dendritos e o soma de outros neurônios; d) A condução do estímulo ocorre do dendritos ao soma ao axônio, até as suas arborizações finais.

Dentre as inúmeras contribuições de Ramon y Cajal, ele conseguiu corar os neurônios separadamente e destacou os dentritos, os quais ele denominou de “espinhas”, em acordo com suas percepções visuais. Além disso, a denominada Lei da Polaridade Dinâmica, ou seja, a propagação da corrente no sentido dentritos-axônios (dentro de uma célula) e axônio – dentritos (entre duas células) foi de grande valia para os estudos posteriores de neurofisiologia. “Como resultado das extraordinárias contribuições realizadas por Cajal à ciência, ele é colocado por alguns historiadores na mesma altura de Copérnico, Vesálio, Galileu, Newton e Darwin” (SABBATINI, 2003).

Estimulados com os avanços científicos na área cerebral, os estudos das funções locais do cérebro passaram a se notabilizar. Dessa forma, surgem diversos estudos sobre a temática, que segundo Silva (1971) quem propôs os primeiros trabalhos sobre a temática foi o alemão Franz Joseph Gall (1758-1828) que estimulou o desenvolvimento da Teoria da Frenologia (numa visão presenteísta foi considerada charlatanismo). Ainda neste debate, Gazzaniga (2006, p. 20 apud SIMÕES, 2016, p. 22) destaca que

Tudo começou no século XIX, quando frenologistas, liderados por Franz Joseph Gall e J. G. Spurzheim (entre 1810 e 1819), declararam que o cérebro era organizado com cerca de 35 funções específicas. Essas funções, que variavam de funções básicas cognitivas, como a linguagem e a percepção da cor, até capacidades mais efêmeras, como a esperança e a autoestima, eram concebidas como sendo mantidas por regiões específicas do cérebro. Além disso, se uma pessoa usava uma das faculdades com mais frequência que as outras, a parte do cérebro que representava essa função devia crescer.

Ainda em meados do século XIX, o fisiologista francês Pierre Flowrens, conclui que não havia área específica para um determinado comportamento, ou seja, os hemisférios cerebrais atuavam conjuntamente. Kandel e Cols (2003, p. 7) destacaram que Flowrens “refutou a teoria de Gall escrevendo que: todas as percepções, todas as volições ocupam o mesmo lugar nesses órgãos (cerebrais)”. Os variados experimentos de Flowrens levaram a demonstrar, nos anos 1820, que o cerebelo tem um papel fundamental na coordenação de movimentos e o cérebro com as sensações e percepções.

Nesse contexto, o francês Paul Broca (1824 – 1880) apresentou um importante estudo de um paciente que compreendia a linguagem, porém era incapaz de falar, denominada de Área de Broca (figura 1). Bear, Connors e Paradiso (2008, p. 10) descrevem que “após a morte do paciente, em 1861, Broca examinou cuidadosamente seu encéfalo e encontrou uma lesão no lobo frontal esquerdo, assim conclui que essa região era responsável pela produção da fala”.



**Figura 1** – Ilustração demonstrando a localização da Área de Broca

**Fonte:** [www.piscoativos.com.br/uploads/2016/01/localizacao.png](http://www.piscoativos.com.br/uploads/2016/01/localizacao.png)

Ainda no produtivo século XIX, estudos contribuíram significativamente para o desenvolvimento dos estudos neurocientíficos. Gustavo Fritsch, Eduardo Hitzig e David Ferrer, por meio de estímulos elétricos em determinadas regiões de animais (neste caso específico, cachorros e macacos), perceberam que podiam promover movimentos reflexos ao estímulo de determinadas áreas (BEARS; CONNORS; PARADISO, 2008).

De acordo com Tabacow (2006), no campo da linguagem, fruto dos estudos relacionados a Broca, Fritsch e Hitzig, Karl Wernicke publicou em 1876 o artigo “O Complexo Sintomático da Afasia: Um estudo Psicológico com Bases Anatômicas”. Para Tabacow (2006) Wernicke destaca outro tipo de afasia<sup>2</sup> (diferenciando as constatações de Broca), ou seja, de que os pacientes não conseguiam entender a linguagem e os exames *post-mortem* demonstram lesões na parte posterior do lobo temporal.

Os estudos de Wernicke foram considerados o primeiro modelo coerente para organização da linguagem. Parafrazeando Kandel (2003) após recepção dos estímulos nas áreas sensoriais do córtex e transformadas em representações neurais, estas são enviadas à Área de Wernicke, onde é reconhecida como linguagem e associada ao significado. Daí, tal representação é direcionada a Área de Broca, onde é convertida em ações motoras, que pode ser traduzida em escrita ou fala.

Além dos aspectos relacionados a eletrofisiologia (que foi uma importante ruptura paradigmática no campo da Neurociência) e os estudos locacionais, os estudos de Charles Darwin, sobre a Teoria da Evolução, contribuíram significativamente para o desenvolvimento

---

<sup>2</sup> Refere-se a uma anormalidade de um ou mais processos de codificação que fundamentam os vários componentes da linguagem, incluindo fala, compreensão oral, escrita e leitura, em síntese, a perda ou déficit da linguagem decorrente da lesão cerebral (BRUST, 2000).



e compreensão das Neurociências. “Os pressupostos evolutivos do pensamento darwinista tiveram impacto de fato revolucionário no pensamento do homem moderno” (MAYR, 2005, p. 100).

Sem se aprofundar nos aspectos anatômicos da evolução do cérebro, os relatos e registros nos levam a perceber a estreita relação entre as modificações esturais e funcionais deste órgão. Numa passagem de sua obra, Dalgarrondo (2011, p. 26) esclarece que

[...] pensando em termos evolutivos, o aumento de massa encefálica e o aparecimento de áreas especializadas do córtex foram importantes para o estudo das relações entre a anatomia das áreas corticais com suas respectivas funcionalidades, e, além disso, também foram indiscutivelmente fundamentais, para o surgimento da linguagem e das funções cognitivas complexas. O aumento da modularidade e do tamanho do cérebro produziu (...) áreas corticais muito especializadas no córtex dos primatas, sobretudo no *Homo sapiens*. Essas áreas apresentam acentuada especialização para a visão, audição, a percepção do próprio corpo, a motricidade e as funções cognitivas complexas (como é o caso da linguagem na espécie humana).

Neste sentido, as contribuições da “Teoria da Evolução” de Charles Darwin, ou seja, os princípios arquitetônicos e funcionais do cérebro, convergiram para os estudos ou legados dos pesquisadores das Neurociências da época. “O córtex cerebral se transformou bastante ao longo da evolução dos vertebrados, diversificando seus tipos de neurônios, diferenciando sua estrutura laminar de várias formas, alterando suas conexões” (DALGARRONDO, 2011, p. 143).

O início do século XX foi marcado por intensas mudanças. As transformações históricas, culturais, sociais, filosóficas, políticas e outras desencadeou questionamentos ao paradigma tradicional ou cartesiano. Marcada pelo reducionismo, a humanidade apresentou um processo de fragmentação, de atomização, que promoveu divisões e alienações estruturais problemáticas. Segundo Moraes (1997, p. 43)

Também ruíram os alicerces religiosos que davam sustentação aos valores, repercutindo num modelo de vida e de ciência “materialista, determinista, destruidora, cheia de certezas, que ignora o diálogo e as interações que existem entre os indivíduos, entre ciência e sociedade, técnica e política.

Diante desse contexto, no início do século XX surgem correntes com visões complexas e integrais. Segundo Capra (1982), a grande investida contra o paradigma tradicional foi a proposta de Albert Einstein, em 1905, com a Teoria da Relatividade. Essa teoria ajuda a derrubar a visão fragmentada do universo e defende a totalidade. Dessa maneira, esta nova perspectiva vai desencadear um pensamento científico mais holístico, corroborado por Capra (1996) no qual destaca que,

[...]a Biologia como pioneira, acompanhada pela influência da Psicologia Gestalt e da Ciência da Ecologia, mas, especialmente, e com grande efeito, da Física Quântica. A psicologia Gestalt contribuiu com o reconhecimento da totalidade, ou seja, na premissa que o todo é mais que a soma das partes. Portanto, um sistema não pode ser visto e compreendido apenas ao se analisar uma de suas partes.

De volta ao campo da Neurociência, as mudanças paradigmáticas supracitadas também puderam ser percebidas neste campo de estudos. Apesar da forte influência dos trabalhos do inglês Sir Charles Sherrington, acreditar que o neurônio se comportava como uma unidade, os cientistas que trabalhavam em questões mais “amplas” do encéfalo e do comportamento mantiveram a ideia de um processo holístico. (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006).

Seguindo esse movimento de compreender o todo, dois neurologistas desenvolveram trabalhos significativos no início do século XX. Constantin Von Monakow evidenciou que um dano parcial no encéfalo pode gerar problemas para outras áreas, desenvolvendo o conceito de diáskise. Na mesma linha, Sir Henry Head, acreditando que o encéfalo lesionado era como um novo sistema, conforme Head (apud GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006, p. 130):

No que diz respeito à perda de função ou manifestações negativas, estas respostas não revelam os elementos com os quais o comportamento original era composto. É uma nova condição, consequência de um novo reajuste do organismo como um todo aos fatores que funcionam em nível fisiológico particular perturbados pela lesão local.

Assim, os debates em torno dos localizacionistas e os holísticos, seguiram ao longo da primeira metade do século XX, bem como continuam a revelar algumas nuances na atualidade. Contudo, Stephen Kosslyn (1992, apud, GAZZANIGA, IVRY; MANGUN, 2006, p. 32) resumiu meticulosamente este conflito,

O erro dos primeiros localizacionistas é que eles tentaram mapear o comportamento e a percepção em localizações únicas no córtex. Qualquer comportamento ou percepção particular é produzido por muitas áreas, localizadas em várias partes do encéfalo. Assim, a chave para resolver este debate é compreender que funções complexas, como percepção, memória, raciocínio lógico e movimento, são o produto de vários processos subjacentes, realizados em distintas regiões do encéfalo. Na realidade, as habilidades propriamente ditas podem ser alcançadas de diferentes maneiras, o que envolve diferentes combinações de processos...Qualquer habilidade complexa, então, não é alcançada por uma única parte do encéfalo. Neste ponto, **os holistas estavam corretos**. Os tipos de funções classificadas pelos frenologistas não se localizam em uma única região cerebral. Entretanto, processos simples que são recrutados a exercer tais habilidades são localizados. Neste aspecto, **os localizacionistas estavam corretos**. (grifo nosso).

Com o aprimoramento técnico e metodológico das Neurociências, os estudos ao longo do século XX, foram se tornando cada vez mais abrangentes. Além dos aspectos anatômicos,

fisiológicos e clínicos, os campos do comportamento e da cognição também ganharam notabilidade.

Após a II Guerra Mundial, os avanços tecnológicos foram mais intensos, tanto que muitos consideram que ao findar essa trágica página da história da humanidade, iniciou-se a III Revolução Industrial, pautada em desenvolvimento informacional. No campo das Neurociências, o imageamento cerebral abriu novos caminhos. A mensuração do fluxo cerebral em animais desencadeou outros estudos como afirmam Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006, p. 38),

[...] Esse trabalho abriu caminho para o surgimento de aparelhos de imagem cerebral. Primeiro, os pesquisadores escandinavos David Ingvar e Nels Lassen desenvolveram um capacete com contadores de cintilação que envolvia toda a cabeça e permitia a medida regional bruta de mudanças no fluxo cerebral durante a atividade mental. Essa técnica logo deu lugar a uma tecnologia muito mais poderosa e espacialmente acurada chamada tomografia por emissão de pósitrons (TEP).

Os interesses por essa área da imagem ganharam notabilidade tanto nos aspectos clínicos, como também, oportunizaram esclarecer e relacionar as funcionalidades cerebrais cognitivas. Ainda, nos anos 1990, o cientista Seiji Ogawa e seus colaboradores, desenvolveu técnicas para trilhar o fluxo cerebral usando imagem por ressonância magnética, ou seja, um salto de imagens estruturais para as imagens funcionais.

Os investimentos em pesquisa sobre o cérebro e seus desdobramentos aumentaram significativamente na década de 1990, tanto que muitos especialistas na área consideraram como “A Década do Cérebro”. O encontro entre matemática, física, biologia, psicologia, filosofia, antropologia, artes e as neurociências fascina cada vez mais, principalmente pela possibilidade de se entender os mecanismos das emoções, pensamentos, ações, doenças, esquecimentos, sonhos, imaginações e aprendizagens. (RIBEIRO, 2013).

Ao longo dos últimos 40 anos, ao mesmo passo que a Neurociência Cognitiva se consolida como uma importante perspectiva para o processo de ensino e aprendizagem, as perspectivas do ensino de ciências também se modificam de acordo com o contexto político, social, econômico, educacional, científico e tecnológico.

### 1.1 AS PERSPECTIVAS DE ENSINO DE CIÊNCIAS APÓS A DÉCADA DE 1950: TRANÇANDO UM PARALELO TEMPORAL COM A CONSOLIDAÇÃO DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA.

Os registros do tópico anterior evidenciaram que a Neurociência Cognitiva ganhou muita representatividade após a década de 1950, ou seja, principalmente com o advento do

desenvolvimento tecnológico e informacional. Dessa maneira, também passamos a analisar o quanto as perspectivas de ensino de ciências também acompanharam esse movimento científico, social e tecnológico.

Uma maneira interessante de situar a complexidade da Educação em Ciência na sociedade do conhecimento é evidenciar suas três linhas contextuais: a sócio/política/econômica; científico/tecnológico e educação/formação (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE,2002). Dessa maneira, buscamos analisar e correlacionar o contexto educação/formação, com os possíveis movimentos da Neurociência Cognitiva.

A luz da obra de Cachapuz, Praia e Jorge (2002), nos últimos 40 anos, o ensino de ciências foi influenciado por pelo menos quatro perspectivas, a saber: Ensino por Transmissão (EPT), Ensino por Descoberta (EPD), Ensino por Mudança Conceptual (EMC) e Ensino por Pesquisa (EPP).

Ao longo da década de 1960, percebemos um forte movimento conteudista, no qual o professor é o detentor do conhecimento e transmite aos alunos, que recebem e arquivam tais informações. Portanto, na perspectiva EPT, o professor transmite ideias e conteúdos e os alunos armazenam sequencialmente no seu cérebro (receptáculo). Ainda nesta linha de pensamento, o conhecimento é visto como sendo linear, cumulativo e absoluto (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE,2002).

Em termos gerais, a produção do conhecimento científico nesta perspectiva, apresenta-se como um corpo de conhecimentos marcados pela exatidão e certeza absoluta. Desse modo, o manual escolar torna-se o único e fundamental manual do trabalho do professor, bem como, os trabalhos experimentais se apresentam como confirmações, ilustrações e demonstrações sem reflexões (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Sob a ótica da Neurociência Cognitiva, tal como, sob um olhar retrospectivo e reducionista, a base do conhecimento nessa perspectiva é de caráter memorístico, pois para aprender, basta escutar e ouvir com atenção. Ainda que se faz o uso de recursos audiovisuais, se faz numa ótica demonstrativa e de forte caráter instrucional. Lucas e Vasconcelos (2005), pontuam essa perspectiva dentro do empirismo clássico, que vê a Ciência como um corpo de conhecimento hermético, imutável e de acumulação.

Além dos aspectos da memorização, acima exposto, a mera transmissão do professor e a recepção passiva por parte dos alunos, indicam o quanto essa perspectiva por transmissão é pouco estimulante aos aspectos neurocognitivos. Contudo, a eficácia desta perspectiva, está diretamente, relacionada a repetição, que é um mecanismo importante para a consolidação da memória de longo prazo.

Ainda nos reportando ao EPT, mesmo se consolidando como uma perspectiva na década de 1960, esse tipo de ensino ainda é muito frequente e, em muitas circunstâncias, dominante, nomeadamente quando avançamos para os níveis mais elevados do sistema de ensino (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Diante de uma mudança conjuntural, na década de 1970, o Ensino por Descoberta (EPD), que segundo Pozo e Crespo (2009, p.252) parte do pressuposto de que “nada melhor para aprender ciência do que seguir os passos dos cientistas, enfrentar os mesmos problemas que eles para encontrar as mesmas soluções”.

O EPD parte da ideia de que os alunos aprendem, por conta própria, ou seja, que são dotados de capacidades cognitivas semelhantes aos dos cientistas. Seguindo essa linha de pensamento, conforme Cachapuz, Praia e Jorge (2002, p. 148):

[...] há pois uma deslocação do fulcro da aprendizagem – do professor para o aluno e dos conteúdos conceptuais para os processos científicos. O professor tem aqui o papel de programador e de o fazer de forma exaustiva, detalhada, clara, sequencial e rigorosa – “o” método.

Dessa maneira, o aluno passou a ser o centro do processo de aprendizagem, passando a atuar ativamente sob as orientações dos professores. Em termos epistemológico, o conhecimento científico é visto como sendo cumulativo, linear, invariável e universal, ou seja, para atingir o conhecimento, basta seguir o método científico (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Seguindo as ideias centrais dessa perspectiva, o aluno deveria seguir as seguintes etapas: 1) Apresentação de uma situação – problema; 2) Observação, identificação de variáveis e coleta de dados; 3) Experimentação para comprovar as hipóteses formuladas sobre as variáveis e os dados; 4) Organização e interpretação dos resultados; 5) Reflexão sobre o processo seguido e os resultados obtidos (POZO; CRESPO, 2009).

A perspectiva do EPD tornou-se um movimento positivo em relação ao EPT, representando novas possibilidades, que ainda permanecem fortemente vinculada à Educação Básica:

a) parecer ser uma perspectiva mais simples e próxima da natureza da ciência e o que representa a atividade científica; b) aceitabilidade que gozam perspectivas centradas nos alunos, operando a favor de um modelo científico indutivista / empirista; c) a crença na existência de um método científico como um algoritmo capaz de dirigir as investigações dos alunos na escola; d) a crença na objetividade e neutralidade dos fatos (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Mesmo se valendo de um novo e ousado movimento, a perspectiva do EPD começou a ser repensada a luz de um novo paradigma científico, que indagava as influencias positivistas.

Além disso, “o EPD, seja autônomo ou guiado, foi criticado por numerosas razões, por que, apesar de aparentemente ajudar a superar as dificuldades mais comuns do ensino tradicional, gera outros problemas não menos importantes” (POZO; CRESPO, 2009, p.255).

Dentre as críticas mais expressivas, o Quadro 1 a seguir sintetiza quais as ideias básicas do EPD e suas limitações, proferidas por Ausubel, Novak e Hanesian (1978):

**Quadro 1** – Limitações do Ensino por Descobertas.

Ideias Básicas	Limitações
Todo conhecimento real é descoberto pelo próprio indivíduo.	A maior parte do que cada um sabe consiste em ideias que foram descobertas por outros.
O significado é um produto exclusivo da descoberta criativa, não verbal.	Confundem-se os eixos horizontal e vertical da aprendizagem. A descoberta não é a única alternativa para a memorização.
O método por descoberta constitui o principal método para transmissão do conteúdo das disciplinas de estudo.	O método da descoberta é muito lento e, sobretudo, apoia-se e um indutivismo ingênuo.
A descoberta é singular geradora de motivação e confiança em si próprio.	A motivação e a confiança em si próprio serão alcançadas se a descoberta conclui em sucesso, coisa que não se deve esperar de modo generalizado.
A descoberta constitui uma fonte primária de motivação intrínseca.	A motivação intrínseca está relacionada com o nível de autoestima da criança, não com a estratégia didática usada.
A descoberta garante a “conservação da memória”	Não há provas de que o método por descoberta leve a um aprendizado mais eficaz e duradouro do que o ensino receptivo significativo.

**Fonte:** adaptação de Ausubel, Novak e Hanesian, 1978.

Sob a luz da neurociência cognitiva, o papel organizador do docente refere-se aos estímulos coordenados, com objetivos claros, pautados em sistemas atencionais e das percepções. A denominada “metáfora do aluno cientista”, aplica-se aos passos dos métodos científicos e experimentais, ou seja, vinculados as observações associativas, comparativas ou por mudanças no objeto observado.

Na década de 1980 surge uma perspectiva que valoriza a construção conceitual do aluno de um modo mais qualitativo, a luz das teoria cognitivista-construtivista da aprendizagem. “O Ensino para a Mudança Conceptual (EMC) tem raízes epistemológicas racionalistas e vai contra uma convergência de ideias sobre a conceptualização da aprendizagem centrada na mera aquisição dos conceitos” (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002, p. 152).

Nessa perspectiva, os alunos que constroem e reconstroem os seus conhecimentos, privilegiando as construções prévias, buscando transformar informações em conhecimentos.

Por outro lado, os professores desempenham o papel de organizador de estratégias, sugerindo alternativas que estimulam a dúvida, a interação e a cooperação entre os alunos (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Em termos funcionais, o EMC está pautado nas perspectivas construtivistas da aprendizagem, buscando evidenciar não apenas o processo, mas os erros, tornando assim, um movimento cognitivo no qual o sujeito organiza e reorganiza as informações. Dessa maneira, Cachapuz (1995, p. 34) conclui que “trata-se de promover no aluno a conquista por esforço próprio do exercício de pensar, de ajudar a novas atitudes face às dificuldades, de ajudar o aluno a realizar exercícios do pensar”.

Numa abordagem neurocognitiva, essa perspectiva nos remete a pelo menos quatro aspectos neurocognitivos superiores diretos: percepções, emoções, raciocínio e associações. No momento em que os alunos constroem e reconstróem seus conhecimentos, afloram os aspectos associativos, perceptivos e o raciocínio. Ao assumir o controle da sua própria aprendizagem, o indivíduo tem a possibilidade de identificar suas necessidades informacionais. Oliveira (2011, p. 82) corrobora tais argumentos, destacando que:

Com estes princípios, a educação pode se beneficiar dos novos conhecimentos da neurociência para melhorar significativamente a capacidade das pessoas se tornarem aprendizes ativos, empenhados em entender e preparados para transferir o que aprenderam na solução de novas situações complexas ou novos problemas. Repensa-se, assim o que é ensinado, como se ensina e como se avalia a aprendizagem.

Além dessas situações supracitadas, não podemos desconsiderar que na perspectiva EMC, principalmente nas relações professores – alunos e alunos - alunos, os aspectos cognitivos surgem imbricados com os aspectos afetivos, ou seja, as emoções interferem na cognição e vice-versa. Neste contexto, Arantes (2002, p.1) salienta que,

[...] não existe uma aprendizagem meramente cognitiva ou racional, pois os alunos e as alunas não deixam os aspectos afetivos que compõem sua personalidade do lado de fora da sala de aula, quando estão interagindo com os objetos de conhecimento, ou não deixam “latentes” seis sentimentos, afetos e relações interpessoais enquanto pensam.

Apesar do avanço proposto pelo EMC, Cachapuz, Praia e Jorge (2002) salientam que essa perspectiva apresentou fragilidades, qualificados por ordens internas e externas. No que se refere aos fatores internos, à sobrevalorização da aprendizagem dos conceitos, minimizou as finalidades educacionais e culturais ligadas aos interesses dos estudantes. Além disso, o processo de formação inicial e continuada, segundo os mesmos autores, não acompanhou as

mudanças que o EMC proporcionou, o que acarretou no fato de muitos professores não adotarem o EMC para transformar suas práticas docentes.

Diante desse embate, uma nova perspectiva surge com o intuito de valorizar os objetivos educacionais, em detrimento aos instrucionais. Assim, o Ensino por Pesquisa (EPP) vai além da construção de conceitos, mas também, competências, atitudes e valores.

A perspectiva de EPP parte do princípio de que os alunos possam perceber os conteúdos como meios necessários ao exercício de pensar e, não apenas como pressupostos para avaliações. Logo, “esta visão acadêmica de ensino opõe-se uma visão mais relevante e atual do ponto de vista educacional, porventura ligada aos interesses quotidianos e pessoais dos alunos, socialmente e culturalmente situada e geradora de maior motivação” (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002, p. 171).

No que tange a relação professor/aluno ocorreram mudanças significativas, pois os professores atuam como problematizador e organizador de processos reflexivos, isto é, promovendo um ambiente reflexivo, criativo e interativo. Quanto aos alunos, estes passam de atores passivos para construtores de sua aprendizagem conceptual, ou seja, assumem um perfil de pesquisa, pautado em reflexões críticas sobre suas maneiras de pensar, agir e sentir (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Nesse sentido, Cachapuz, Praia e Jorge (2002) citam quatro princípios organizativos desta perspectiva que vêm ganhando consistência no ensino de ciências, são eles: i) o apelo à interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, que se fundamenta na necessidade dos alunos compreenderem o mundo que os cerca na sua globalidade e complexidade; ii) o desenvolvimento da abordagem de situações-problemas ligados ao cotidiano dos alunos que permite a construção de conhecimentos sólidos, bem como a reflexão acerca dos processos que envolvem a Ciência e a Tecnologia, assim como as relações com o ambiente e a sociedade. Isto possibilita a tomada de decisões e atitudes mais responsáveis por parte dos alunos proporcionadas pela aprendizagem dos domínios científico e tecnológico, além do desenvolvimento de atitudes, valores e capacidades; iii) o apelo ao pluralismo metodológico, ou seja, a utilização de diversas metodologias e estratégias de ensino, especialmente às relacionadas a novas orientações sobre trabalhos experimentais; iv) a necessidade da avaliação formadora não classificatória que acompanhe todas as etapas do processo de ensino e aprendizagem, levando em conta os diferentes contextos educacionais.

Ainda sobre as características do EPP, podemos distinguir três momentos fundamentais: a problematização (evidenciadas pelos polos: currículo intencional, saberes acadêmicos e situações problemas centradas nos temas ciência, tecnologia, sociedade e



ambiente); as metodologias de trabalho (pautadas nas dimensões: agir e pensar) e avaliação terminal da aprendizagem e do ensino (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2000).

O EPP oportuniza diversas leituras e visões multifocais no campo da neurociência cognitiva. Portanto, nesta abordagem, o processo de ensino e aprendizagem de Ciências valoriza a dúvida, a contradição, a diversidade e a divergência, o questionamento das certezas e incertezas (OLIVEIRA, 2011, p.83).

Conseqüentemente, quando nos referimos aos três momentos fundamentais do EPP, a problematização (envolve aspectos motivacionais e emocionais, além de outros parâmetros cognitivos superiores); as metodologias (devem estar envoltas por atividades ou estratégias multifocais e associativas), por último, a avaliação terminal (vinculada as associações, raciocínios comparativos e perceptivos entre outros aspectos neurocognitivos (RELVAS, 2014).

O papel docente nesta perspectiva, a luz da neurociência é muito relevante, pois ao fomentar a criatividade e interações estimulam diversos aspectos neurocognitivos. Já o papel do professor frente ao conhecimento da Neurociência pode contribuir de forma enriquecedora e dinâmica, bem como, estimular a interação entre funções cerebrais e o dia-a-dia do ser humano (OLIVEIRA, 2011).

Por outro lado, na visão do discente, ao assumir uma postura de pesquisador, os mesmos refletirão sobre seu pensar, agir e sentir, ou seja, as funções neurobiológicas superiores emergirão em todas as suas potencialidades. Podemos inferir que, o pensar (aspectos vinculados a percepção e raciocínio), o sentir (fatores sensoriais externos e internos) e o agir (ações motoras coordenadas ou associativas), são atitudes que demonstram a importância desses aspectos no EPP.

As especificidades de cada uma das perspectivas apresentadas proporcionam uma série de reflexões, que acompanham as diferentes mudanças, principalmente tecnológicas e científicas, tal qual as transformações que ocorreram nos conceitos da Neurociência Cognitiva. O quadro 2, a seguir, sintetiza um pouco mais cada uma dessas perspectiva, além disso, buscamos acrescentar algumas inferências, destacando quais as ênfases neurobiológicas valorizadas numa sequência do primeiro aos estímulos subsequentes percebidos em cada uma dessas etapas. Contudo, destaca-se que são correlações amparadas nos estímulos esperados na caracterização didática de cada perspectiva, assim, isso não implica que outros aspectos neurocognitivos podem estar implícitos ou explicitamente relacionados.

**Quadro 2 – Perspectivas do Ensino das Ciências.**

Perspectiva	Papel do Professor	Papel do Aluno	Caracterização Didática	Aspectos Neurocognitivos.
Ensino por Transmissão	Transmitir conceitos, pensados por si ou por outros.	Passivo ou receptáculo da informação.	Ensino centrado no conteúdo; Pedagogia repetitiva, de índole memorística; Avaliação normativa e classificatória.	Ênfase na <b>memorização</b> dos conteúdos e fatos.
Ensino por Descoberta	Assume o papel de organizador das situações de aprendizagem a serem realizadas pelos alunos	“Metáfora do aluno cientista”	Estratégias de ensino análogas ao método científico, com atividades experimentais indutivas; Avaliações centradas nos processos científicos.	Ênfase nas: <b>Atenção;</b> Percepções; Memorização (repetição).
Ensino por Mudanças Conceptuais	Diagnostica concepções alternativas dos alunos e organiza estratégia de conflitos cognitivos.	Aluno como construtor da sua aprendizagem conceitual.	Desenvolvimento de concepções alternativas e mudanças conceituais através de conflitos cognitivos; Valorização do erro, como parte do progresso; Avaliação formativa e somativa, centrada nos conceitos.	Ênfase nas: <b>Percepções;</b> <b>Raciocínio;</b> <b>Emoções;</b> Associações.
Ensino por Pesquisa	Problematizador de saberes e organizador de situações que fomentam a criatividade, reflexões e interações.	Aluno ativo assumindo o papel de pesquisador que reflete sobre seu pensar, agir e sentir.	Estudos de problemas abertos vinculados aos interesses dos alunos e de âmbito CTSA; Abordagem qualitativa das situações; Trabalhos em grupos e cooperativos; Valorização de atividades intra e interdisciplinares; Avaliações como parte integrante do ensino, pautadas em conceitos, capacidades, atitudes e valores.	Ênfase nas: <b>Raciocínio;</b> <b>Motivação;</b> <b>Associações;</b> e outros <b>aspectos cognitivos superiores.</b>

Fonte: Adaptação da obra Cachapuz, Praia e Jorge, 2002. (Grifo nosso)

## CAPÍTULO II

**NEUROCIÊNCIA COGNITIVA: AS BASES NEUROBIOLÓGICAS DO ATO DE APRENDER, OS PROCESSOS NEUROCOGNITIVOS E A RELAÇÃO COM O ENSINO DE CIÊNCIAS.**

---

A história e evolução das neurociências demonstrou o quanto é desafiante compreender como o Sistema Nervoso, especificamente o encéfalo e sua funcionalidade. Atualmente, os estudos neurocientíficos foram fragmentados (abordagem reducionista) para apresentar uma sistematização na área obedecendo os níveis em ordem ascendente de complexidade, de acordo com Bear, Connors e Paradiso (2008), temos as neurociências: moleculares, celulares, sistemáticas, comportamentais e cognitivas (Quadro 3)

**Quadro 3** - Níveis de Análise das Neurociências

<b>Níveis de Análise</b>	<b>Características / Informações</b>
<b>Moleculares</b>	A matéria encefálica consiste em uma fantástica variedade de moléculas. As diferentes moléculas têm diferentes papéis: mensageiros que permitem aos neurônios comunicarem-se uns com os outros.
<b>Celulares</b>	[...] enfoca o estudo de como todas aquelas moléculas interagem para dar ao neurônio suas propriedades particulares.
<b>Sistemas</b>	Os neurocientistas estudam como diferentes circuitos neurais analisam informação sensorial, foram percepções do mundo externo, tomam decisões e executam movimentos.
<b>Comportamentais</b>	Estudam como os sistemas neurais trabalham juntos para produzir comportamentos integrados? O ponto central desta análise está vinculado ao comportamento e as memórias, ação de drogas, regulação do humor, sonhos e outros.
<b>Cognitivas</b>	Considerada o maior desafio das Neurociências é responsável pelos estudos das atividades mentais superiores do homem, onde investiga como a atividade do encéfalo cria a mente.

**Fonte:** Adaptado de Bear, Connors e Paradiso, 2008, p. 13.

A Neurociência Cognitiva se originou de um esforço colaborativo e interdisciplinar nas ciências do cérebro e do comportamento. Pereira Jr. et. al. (2010) destaca que tais esforços incluem a psicologia fisiológica, a neuropsicologia e o próprio termo “neurociências”, que apareceu nos anos 1960, denotando uma área mais ampla que a neuroanatomia e neurofisiologia.

Os estudos sobre Neurociências ganharam representatividade após a década de 1950, as pesquisas sobre computadores, bem como, o aprofundamento dos estudos sobre as lesões cerebrais dinamizou essa área do conhecimento. Tabacow (2006, p. 69) corrobora tais informações destacando que,

[...] ao aparecimento do computador, cujo funcionamento foi idealizado com base no funcionamento do cérebro, mais especificamente em suas células, os neurônios. Imaginou-se que ambos, computadores e cérebros, seriam dois sistemas de processamento de informações [...] Além disso, determinadas lesões cerebrais chamaram atenção dos psicólogos em geral, principalmente dos cognitivistas, para o novo comportamento das pessoas com essas determinadas lesões em determinadas áreas do cérebro.

Ainda no campo conceitual e estrutural, na década de 1960, emergiu questões epistemológicas da Neurociência Cognitiva, apresentando dois principais paradigmas cognitivos opostos e excludentes: combinatorial ou computacional (referindo-se aos mecanismos de processamento da informação e das representações mentais) e de sistemas dinâmicos (concebe os processos cognitivos numa dimensão corpórea e interativa com o ambiente, num processo de adaptação ativa) (PEREIRA JR, 2010).

Do ponto de vista conceitual, segundo Kandel e Cols (2003, p.382), a Neurociência Cognitiva 3(N.G) surge como,

[...] uma combinação de métodos de uma variedade de campos – biologia celular, neurociências de sistemas, neuroimagem, psicologia cognitiva, neurologia comportamental e ciência computacional – deram origem a uma abordagem funcional do encéfalo.

Os mesmos autores salientam, numa abordagem mais atual, que a Neurociência Cognitiva é um misto de neurofisiologia, anatomia, biologia desenvolvimentista, biologia celular e molecular, bem como, psicologia cognitiva (KANDEL; COLS, 2003).

O desenvolvimento tecnológico a partir da década de 1980, do imageamento cerebral (conforme destacado no capítulo anterior), contribuíram diretamente para a N.G. Os equipamentos tecnológicos oportunizaram mais detalhes sobre o funcionamento das bases celulares e metabólicas e funcionais do cérebro. As novas e mais sofisticadas técnicas de estudo,

---

3 O campo científico da Neurociência Cognitiva recebeu esse nome no final da década de 1970, no banco traseiro de um táxi da cidade de Nova York [...] os cientistas das Universidades de Rockefeller e Cornell que estavam se esforçando para estudar como o cérebro dá origem à mente, um assunto que necessitava de um nome. Desta corrida de táxi surgiu o termo neurociência cognitiva, que foi aceito na comunidade científica. (GAZZANIGA, IVRY, MANGUN, 2006).

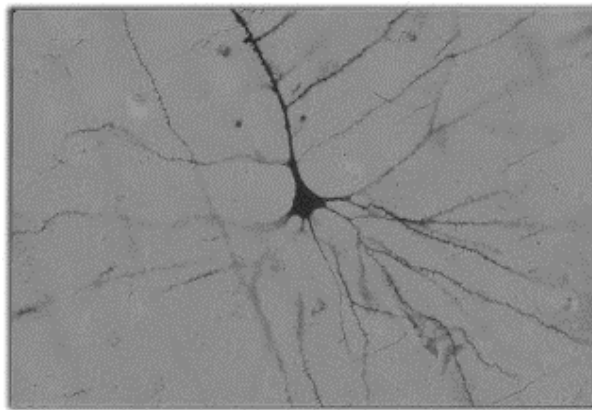
novas informações foram adicionadas sobre as funções neurais implicadas aos processos ou funções mentais superiores (GOMES, 2009).

A possibilidade de compreender os substratos neurais no comportamento humano e seu funcionamento por meio da Neurociência Cognitiva, oportuniza novas visões e relações sobre as bases cognitivas, tanto em seu aspecto micro ou macroscópico, quanto nos processos superiores.

## 2.1 AS BASES CELULAR DA COGNIÇÃO: COMPREENDENDO OS NEURÔNIOS E A GLIA.

O conhecimento em torno das células nervosas (neurônios) aconteceu depois e muitos obstáculos. No limite entre 0,01 – 0,05 mm de diâmetro, os neurônios só puderam ser detalhadamente observados após o desenvolvimento da microscopia eletrônica, após a década de 1950. (LENT, 2010).

Entretanto, conforme citado na história e evolução das Neurociências, a transição do século XIX para o XX, foi marcada pelas importantes contribuições do italiano Camilo Golgi e do espanhol Santiago Ramón y Cajal. O procedimento de Golgi trouxe uma nova perspectiva e visualização sobre os neurônios (Figura 2), especificando além do já conhecido, soma (corpo celular) os neuritos (axônios e dendritos) (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008).



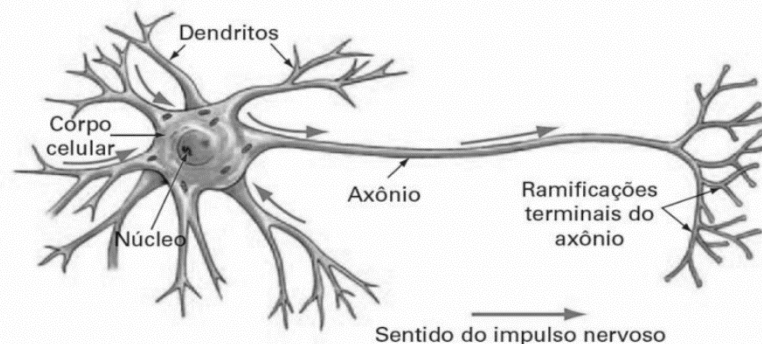
**Figura 2.** Ilustração do neurônio visto pelo microscópio pela técnica de Golgi.

**Fonte:** Streparava, 2013.

As produções científicas de Golgi e Ramón y Cajal rendeu para ambos o Prêmio Nobel em 1906, contudo cada um apresentando uma perspectiva diferente. De um lado, Golgi, acreditava na Teoria Reticularista, no qual acreditava que os neurônios formavam uma rede contínua. Por outro lado, Ramón y Cajal apresentou a “doutrina neuronal” (que foi mais aceita), no qual não acreditava na comunicação por continuidade, e sim, por contato. Bear, Connors e Paradiso (2008, p.27) complementam que, [...] As evidências científicas dos 50 anos seguintes (primeira metade do século XX) pesaram fortemente a favor da doutrina neuronal, mas a

comprovação final teve de aguardar até o desenvolvimento da microscopia eletrônica, na década de 1950. Com o aumento do poder de resolução do microscópio eletrônico, foi finalmente possível demonstrar que os prolongamentos dos diferentes neurônios não possuem continuidades entre eles.

Sendo os neurônios unidades fundamentais do Sistema Nervoso, este é dividido em três partes: o soma (corpo celular), os dendritos e os axônios (Figura 3).



**Figura 3** – Estrutura básica de uma célula nervosa (neurônio)

Fonte: <http://planetabiologia.com/sistema-nervoso-resumo>

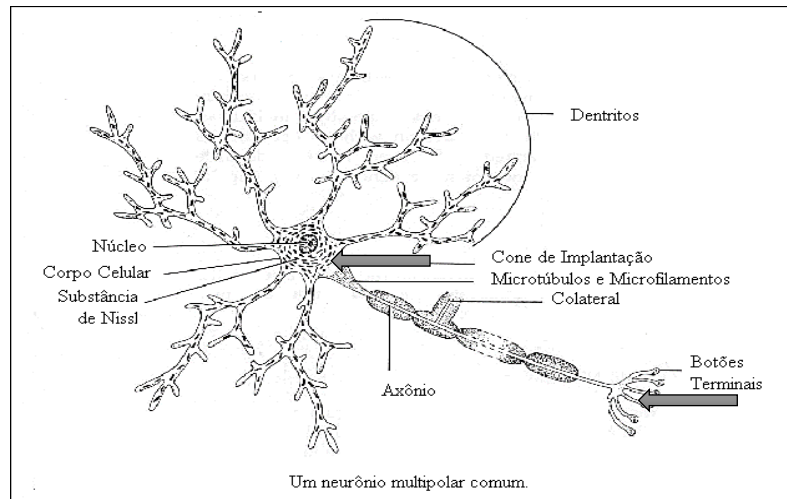
De modo geral, o que diferencia os neurônios de outras células é sua morfologia adaptada para a transmissão de informações. Robert Lent (2010, p.16) descreve sucintamente a estrutura de um neurônio,

[...] Como toda célula, o neurônio possui membrana plasmática que envolve um citoplasma contendo organelas que desempenham diferentes funções: o núcleo, repositório do material genético; as mitocôndrias, usinas de energia para o funcionamento celular; o retículo endoplasmático, sistema de cisternas onde ocorre a síntese e o armazenamento de substâncias que participam do metabolismo celular; e muitas outras.

Para Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006, p.42): “O neurônio consiste em um corpo celular, ou soma, que significa “corpo” em grego. Como a maioria das células o corpo celular contém a maquinaria metabólica que mantém o neurônio”. Além das organelas citadas por Lent (2010), convém reforçar a importância do citoesqueleto neuronal que é formado por: microtúbulos (formado por proteínas, denominadas tubulinas), microfilamentos (formada por polímeros da proteína actina) e neurofilamentos (um arranjo proteico muito resistente).

Os axônios (fibras nervosas) são estruturas exclusivas dos neurônios e caracterizam-se pela alta especialização em transmitir as informações ao longo do Sistema Nervoso. Conforme Lent (2010, p. 38) “Os axônios podem se estender por menos de um milímetro, ou podem atingir até mais de um metro”. Por conseguinte, parte de uma região denominada de cone de

implantação (ponto de contato com o soma) até a extremidade, chamada de terminal axonal (Figura 4).



**Figura 4** – Ilustração de um neurônio multipolar comum. Destaque para o Cone de Implantação e os Botões Terminais (Terminal Axonal).

Fonte: <http://www.afh.bio.br/nervoso/nervoso1.asp>.

O terminal axonal é o ponto de contato entre um neurônio e outras células. Esse ponto de contato é denominado de sinapse, do grego, “amarrar junto”. Esse local tem dois lados, pré-sináptico (terminal axonal) e o pós-sináptico (dendrito ou soma de outro neurônio). Estes espaços entre essas duas estruturas são chamados de fendas sinápticas, e é onde ocorre a transmissão da informação. “Na maioria das sinapses, a informação viaja na forma de impulsos elétricos ao longo de um axônio e é convertida, no terminal axonal em um sinal químico, que cruza a fenda sináptica” (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008, p.40).

Um aspecto muito relevante no que se refere a transmissão sináptica, bem como, essa sequência elétrica- química – elétrica, é o fato de que seu harmonioso funcionamento interfere na aprendizagem e na memorização. No entanto, falhas ou distúrbios neste procedimento pode gerar transtornos mentais significativos. (LENT, 2010).

Os dendritos derivam da palavra grega “árvore”, pois suas estruturas se assemelham com ramos ou galhos de árvores. “Os dendritos funcionam como uma antena para o neurônio e estão recobertos por milhares de sinapses [...] apresenta muitas moléculas de proteínas especializadas, chamadas de receptores”. (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008, p. 41).

Estudos desenvolvidos recentemente pelos neurocientistas destacam que os “espinhos dendríticos” (estruturas que recobrem os dendritos), podem estar correlacionados com fatores cognitivos. De acordo com Bear, Connors e Paradiso (2008, p.43) “A estrutura do espinho é

sensível ao tipo e à intensidade da atividade sináptica. Alterações incomuns têm sido detectadas no encéfalo de indivíduos com prejuízos cognitivos”.

A Neuroglia ou a Glia, termo que provém do grego e significa “cola”, tais estruturas estão vinculadas as atividades encefálicas, principalmente dando suporte às funções neuronais. Gomes, Tortelli e Diniz (2013, p. 36) contextualizaram como foi a “descoberta” da Glia,[...] em 1858, aos 37 anos de idade, o patologista alemão Rudolf Virchow (1821-1902) anunciava numa conferência no Instituto de Patologia da Universidade de Berlim uma nova descoberta sobre o tecido cerebral. Analisando tecidos humanos post mortem em 1846, Virchow notou a presença de uma substância conectiva de natureza “acelular” no cérebro e medula, na qual estavam embebidos os elementos do sistema nervoso. A essa substância, Virchow deu o nome de Nervenkit (cimento de nervo), mais tarde traduzida como neuroglia. Nessa época, Virchow atribuiu à glia uma única função, de suporte, “cola”, das células neuronais. Certamente, o patologista não imaginava que mais tarde essas células assumiriam um papel tão relevante quanto seus parceiros, neurônios, no funcionamento do sistema nervoso.

Em termos práticos e científicos a Neuroglia é classificada no Sistema Nervoso Central (SNC) em dois grupos: Microglia e Macroglia. A Microglia tem como principal função defender o SNC, seu metabolismo é dinamizado após infecções, lesões ou outros traumas. Já a Macroglia, compreende três grupos: oligodendroglia, endimoglia e astroglia. Ransom e Kettenmann (2005, apud GOMES; TORTELLI; DINIZ, 2013, p. 43) complementam as funções de cada grupo da Macroglia,

1) **oligodendroglia**, responsável pela mielinização dos axônios e composta pelos oligodendrócitos; 2) **ependimoglia** que compreende os endimócitos, células que revestem os ventrículos encefálicos e o canal central da medula; as células epiteliais pigmentares da retina; e as células do plexo corioideo, presentes no interior dos ventrículos e que produzem o líquido cefalorraquidiano, líquido; 3) **astroglia** que inclui astrócitos, principal fonte de fatores de crescimento para os neurônios e presentes em diversas regiões do SNC; além de alguns tipos especializados de astroglia como, glia de Bergmann, no cerebelo; glia de Müller, na retina; tanícitos no hipotálamo e os pituícitos, na neuro-hipófise e células de glia radial (grifo nosso).

Dentro destes grupos citados, as astroglias são as mais abundantes, e suas funções vão muito além do conceito de “cola do nervo”. As ações deste grupo de células podem ser estruturais (manutenção da homeostase iônica e criação da microarquitetura funcional), vasculares (formação de barreira hematoencefálica e controle do tônus vascular), neuronal (suporte metabólico, defesa antioxidante e neurogênese).

Para cada etapa que a Neurociências evolui, novas funções são evidenciadas. No campo da cognição, podemos destacar três aspectos essenciais das astroglias, envolvidas principalmente com a plasticidade sináptica: liberação de neurotransmissores, regulação de íons do meio extracelular e controle do glutamato extracelular. As perspectivas são promissoras em



torno desse campo de estudo, que alguns neurocientistas consideram a glia (de modo geral) é o “gigante adormecido” da neurociência (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008).

Um grupo que apresenta funções contrárias das astroglias, porém, essenciais para o processo sináptico são os oligodendrócitos e das células de Schwann. Essas células formam as camadas que isolam os axônios, um envoltório denominado de mielina, que contribui para acelerar a propagação do impulso nervoso. (LENT, 2010).

Essa complexa estrutura microscópica do sistema nervoso funciona como uma rede de transmissões eletroquímicas. Assim, passamos e conhecer um pouco mais como ocorre as conexões neuronais e seus efeitos ao organismo.

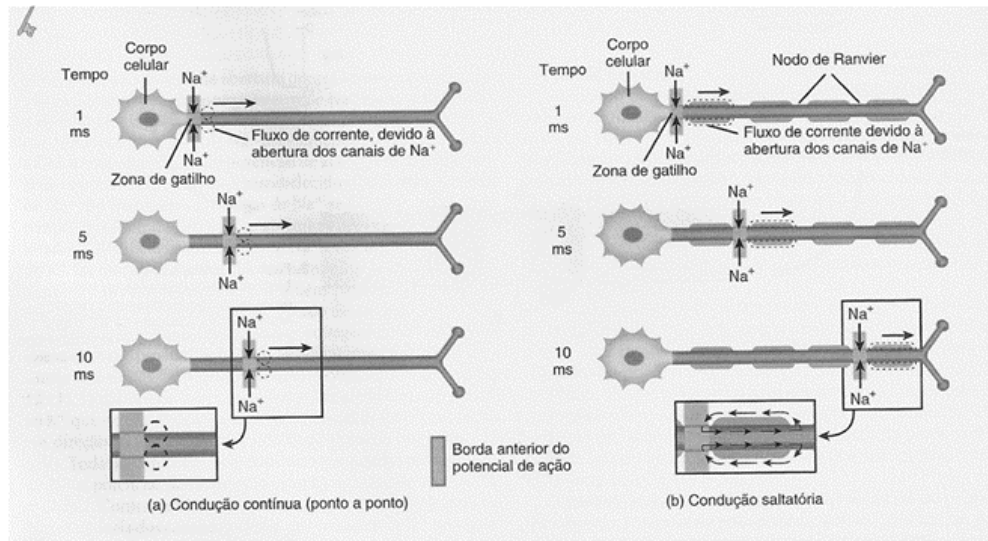
## 2.2. TRANSMISSÕES SINÁPTICAS: AS CONEXÕES NEURONAIS

Os neurônios comunicam-se entre si por meio de impulsos nervosos, destacado pela existência de um potencial de membrana em repouso e a presença de tipos de canais iônicos específicos. Nos seres vivos, o fluxo de íons constitui as correntes de transmissões. Conforme Tortora e Grabowski (2006, p. 236):

Os dois tipos diferentes de canais iônicos são os canais de difusão e canais ativados. Os canais de difusão permitem que uma corrente iônica pequena mas constante escoe através da membrana. Uma vez que as membranas plasmáticas têm tipicamente muito canais de difusão de íons potássio do que canais de difusão de íons sódio, a permeabilidade da membrana ao potássio é muito mais alta do que sua permeabilidade ao sódio. Em compensação, os canais ativados abrem e fecham sob comando. Os canais ativados por voltagem – canais que se abrem em resposta a uma alteração no potencial de membrana – são usados para gerar e conduzir potenciais de ação.

Em termos práticos, um potencial de ação, também denominado de impulso é uma sequência de eventos, que alteram o potencial de membrana, ou seja, do estado em repouso (fase de polarização) ao potencial de ação (despolarização e repolarização) e o retorno ao repouso.

Partindo do cone de implantação até os terminais axônicos, a condução dos impulsos ocorre de duas maneiras: por condução contínua e por condução saltatória. Tortora e Grabowski (2006) salientam que nos axônios amielínicos e nas fibras musculares, ocorre a condução contínua, mais rápida. Já nos axônios mielínicos, a corrente flui através das membranas pelos nódulos, assim o impulso dá saltos ao ser conduzido (Figura 5).



**Figura 5** – Condução contínua e condução saltatória dos impulsos nervosos.

Fonte: Tortora; Grabowski,(2006).

Identificada no final do século XIX, os processos de transmissões dos impulsos ocorrem em sítios especializados de contato, denominado pelo inglês Charles Sherrington de sinapses. Por isso, “a sinapse é uma junção especializada onde uma parte do neurônio faz contato e se comunica com outro neurônio ou tipo celular (muscular ou glandular)” (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008).

Há mais sinapses num cérebro humano do que há estrelas em nossa galáxia! (KANDEL; SCHWARTZ; JESSEL, 2000, p.56). Apesar desses números assustadores, em termos gerais, a transmissão sináptica por todo o sistema se dá por dois mecanismos: elétrico e químico.

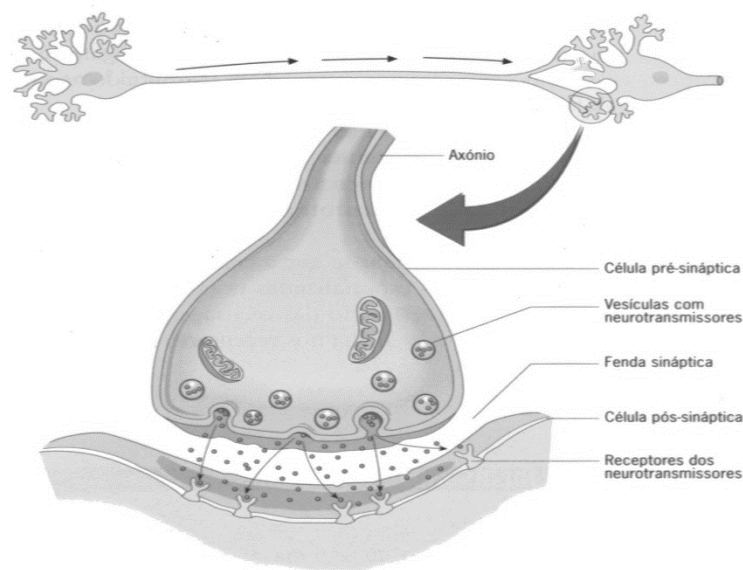
As sinapses elétricas, relativamente mais simples, ocorrem em sítios especializados denominados junções comunicantes. Sob ação de proteínas especializadas, denominadas conexinas, a transferência de correntes iônicas de uma célula para outra é direta. Bear, Connors e Paradiso (2008) reforçam que as transmissões elétricas são mais rápidas e infalíveis, portanto, um potencial de ação no neurônio pré-sináptico pode produzir, quase instantaneamente, um potencial de ação no neurônio pós-sináptico.

No âmbito da Neurociência Cognitiva, vale ressaltar, que as sinapses elétricas variam de uma região para outra no encéfalo. Além disso, no período do desenvolvimento neural, tais sinapses auxiliam na coordenação do crescimento e da maturação (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008).

A sinapses químicas, base funcional do sistema nervoso, é uma estrutura especializada e autorregulada. O processo de passagem dos neurotransmissores ocorre num espaço entre as membranas pré e pós-sinápticas, denominado de fendas sinápticas. O terminal pré-sináptico

contém as vesículas sinápticas que carregam neurotransmissores específicos. (LOPES et all, 1999).

As sinapses químicas podem ser excitatórias ou inibitórias, entretanto, possuem vantagens sobre as elétricas. Dentre as vantagens, duas chamam a atenção, a primeira o fato de um único neurônio motor poder causar a contração de diversas células musculares, na liberação de neurotransmissores. Outro ponto relevante, é o que muitos interneurônios podem receber sinais excitatórios ou inibitórios e, não um efeito linear como nos impulsos elétricos. Os princípios da transmissão química devem seguir alguns requisitos básicos (figura 6). Em primeiro lugar, ocorre um estímulo mecânico externo para a produção de um determinado neurotransmissor e, conseqüentemente seu “empacotamento” nas vesículas sinápticas. A seguir, ocorrerá um derramamento desse neurotransmissor na fenda sináptica, oriundo de um estímulo pré-sináptico, gerando efeitos pós-sinápticos. (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008).



**Figura 6** – Caminho percorrido na transmissão sináptica química.

Fonte: Disponível em: < <http://medicinaexplicada.blogspot.com.br/>>.

Desde a descoberta desses princípios da transmissão química, os cientistas buscam interpretar como os neurotransmissores contribuem nessa dinâmica. “Cerca de 100 substâncias são neurotransmissores conhecidos, ou suspeitas de o serem. A maioria dos neurotransmissores é sintetizada e carregada nas vesículas sinápticas” (TORTORA e GRABOWSKI, 2006, p. 241).

Existem inúmeras maneiras de classificar os neurotransmissores. Eles podem ser classificados como: aminoácidos (aspartato, ácido gama-aminobutírico, glutamato e glicinas); aminas biogênicas (dopamina, noradrenalina, adrenalina, serotonina e a histamina) e

neuropeptídios, dos quais existe mais de uma centena. (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006).

Em geral, cada neurônio pode liberar um ou vários neurotransmissores, dependendo das condições de estimulação. Portanto, podemos perceber que os estímulos externos (naturais ou artificiais), isto é, mecanismos de ativação, podem contribuir diretamente para o equilíbrio ou desequilíbrio das funções nervosas do nosso organismo, ou então, como excitação ou inibição das atividades superiores do encéfalo humano.

Microscopicamente o Sistema Nervoso apresenta-se como um “universo” a ser explorado e conhecido. Apesar dos intensos investimentos, as funções neuronais ainda são alvos de muitas dúvidas e desconhecimento. Após uma noção básica da anatomia e fisiologia dessas microestruturas, passamos a conhecer macroscopicamente o sistema nervoso, enfatizando o Encéfalo humano.

### 2.3 ORGANIZAÇÃO MACROSCÓPICA DO SISTEMA NERVOSO: CONHECENDO O ENCÉFALO HUMANO.

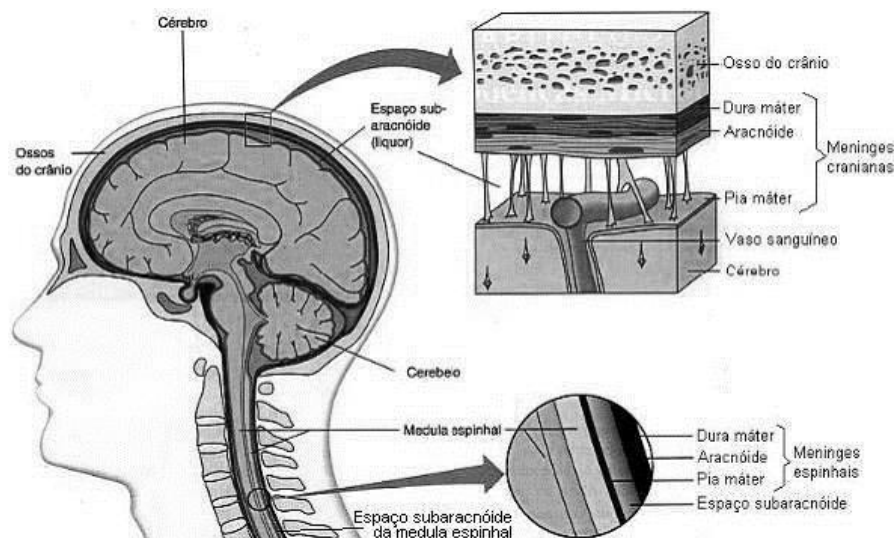
O sistema nervoso dos mamíferos é dividido em duas partes: o sistema nervoso central, ou SNC, e o sistema nervoso periférico, ou SNP. Envolvidas por ossos, o encéfalo e a medula espinal compõem o SNC. O encéfalo localiza-se inteiramente no crânio, subdividido em: cérebro, cerebelo e tronco encefálico. Já a medula espinal é envolvida pela coluna vertebral óssea, acoplada ao tronco encefálico (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008).

Além da proteção exercida pelos ossos, o SNC também possui membranas e um fluido que preenche os canais. Ao longo do sistema, temos três membranas, denominadas coletivamente de meninges (do grego, revestimento), a saber: dura-máter, aracnóide e pia-máter (figura 7). Segundo Tortora e Grabowski (2006, p. 247):

As meninges que protegem a medula espinal, meninges espinais, são contínuas com as que protegem o encéfalo, as meninges encefálicas (cranianas). A camada mais externa das meninges é denominada dura-máter. Seu tecido conjuntivo denso, não-modelado e resistente ajuda a proteger as delicadas estruturas do SNC. A camada média é denominada de aracnóide-máter, devido ao arranjo de suas fibras colágenas e elásticas em forma de teia de aranha. A camada mais interna, a pia-máter é uma camada transparente de fibras colágenas e elásticas. Ela contém inúmeros vasos sanguíneos. Entre a aracnóide-máter e a pia-máter está o espaço subaracnóideo, onde circula o líquido cefalorraquidiano.

O líquido cefalorraquidiano ou cefalorraquidiano (LCR) é formado nos plexos coriáceos (nos ventrículos dos hemisférios cerebrais). É um líquido incolor e transparente, que transporta oxigênio, glicose e outras substâncias químicas necessárias para a homeostase. O LCR flui dos

ventrículos pares do cérebro a uma série de cavidades e, sai do sistema ventricular (dentro do cérebro) e entra no espaço subaracnóideo através de aberturas e é posteriormente absorvido pelos vasos sanguíneos. (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008).



**Figura 7** – Representação das meninges cerebrais e espinhais

**Fonte:** Geocities, 2007, disponível em: <<http://arquivo.fmu.br/prodisc/farmacacia/avs.pdf>>.

O SNP é dividido em duas partes também: somático e visceral. A porção somática refere-se aos nervos que inervam da pele, músculos e articulações, em síntese, que estão vinculados aos movimentos voluntários. O SNP Visceral, também denominado de involuntário ou vegetativo, inervam órgãos internos, vasos sanguíneos e glândulas. Afim de auxiliar nas transmissões elétricas, principalmente no SNP, o sistema nervoso como um todo é provido de uma estrutura formada por múltiplos axônios (agrupamentos axonais), denominados de nervos. Dantas (2005, p. 140) reforça que,

[...] as fibras nervosas são formadas por um axônio e suas bainhas envoltórias. As fibras nervosas dividem-se em dois tipos: as Amielínicas (axônios pequenos que possuem apenas uma dobra de mielina) e as Mielínicas (axônios de grande calibre que apresentam muitas dobras de bainha de mielina). A região em que não apresenta mielina é conhecida como nódulo de Ranvier, e é através desta região que o impulso nervoso é propagado.

Com uma massa aproximada de 1.300 gramas e 86 bilhões de neurônios<sup>4</sup>, o encéfalo humano ainda é alvo de muitos estudos. De acordo com Dalgalarondo (2011) o cérebro humano e sua organização interna, maior e mais complexa em comparação aos de outros mamíferos, para alguns autores, o aspecto evolutivo fundamental para o desenvolvimento da

<sup>4</sup> Pesquisas lideradas pelos neurocientistas Robert Lent e Suzana Herculano-Houzel comprovaram em 2009, que temos 86 bilhões de neurônios em nosso cérebro e não 100 bilhões como achavam. (LENT, 2010).

cultura, incluindo a linguagem, a simbolização e a cognição elaborada, fatores e dimensões que diferem o *Homo sapiens* de todas outras espécies.

Resultado de um longo processo evolutivo e, de um processo de diferenciação do desenvolvimento embrionário, o encéfalo é formado pela derivação da camada celular denominada ectoderma. No ser humano, após 3 semanas, a placa neural é transformada em tubo neural, processo esse chamado de neurulação. Bear, Connors e Paradiso (2008, p. 182) expõem que,

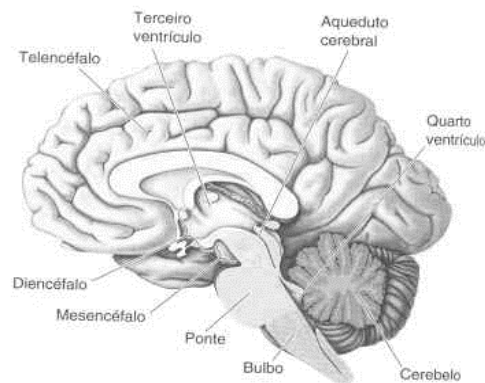
[...] o primeiro passo na diferenciação do encéfalo é o desenvolvimento na porção rostral do tubo neural de três dilatações chamadas vesículas primárias. O encéfalo em sua totalidade deriva de três vesículas primárias do tubo neural. A vesícula mais rostral chama-se **prosencefalo**. Pró, do grego para “antes de”; encéfalo, do grego encephalon. Assim, o prosencefalo é também chamado de **encéfalo anterior**. Atrás do prosencefalo, encontra-se outra vesícula chamada de **mesencefalo** ou **encéfalo médio**. Caudal a essa, localiza-se a terceira vesícula primária, o **rombencefalo**, ou **encéfalo posterior**. O rombencefalo uni-se ao tubo neural caudal, a qual da origem a medula espinhal. (grifo do autor).

Seguindo a linha de raciocínio dos autores supracitados, discorreremos sobre as derivações de tais vesículas primárias. As diferenciações posteriores que ocorrerão no prosencefalo desencadeará no adulto (processo final), a formação: de uma vesícula óptica (retina e o nervo óptico); Tálamo ou diencefalo (Tálamo dorsal, hipotálamo e terceiro ventrículo) e Telencefalo (Bulbo olfatório, córtex cerebral, telencefalo basal, corpo caloso, substância branca e capsula interna).

Inúmeras funções podem ser elencadas das derivações do prosencefalo. De modo geral destacam-se: percepção da consciência, cognição e ações voluntárias. Dalgalarrondo (2011) evidencia que indiscutivelmente a estrutura mais importante deste grupo é o córtex cerebral, pois é a estrutura telencefálica que mais se expande no curso da evolução humana.

Já da vesícula relacionada ao mesencefalo as diferenciações resultarão na formação do tecto, tegmento e aqueduto cerebral. Tais estruturas, aparentemente simples possuem funções importantes, tais como: conduzir informação a medula espinhal, além de estar envolvida com o sistema sensorial e controle de movimentos (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008).

Após as diferenciações que ocorrem no rombencefalo ou encéfalo posterior, surge o cerebelo, ponte, bulbo e o quarto ventrículo. Ademais funções citadas no mesencefalo, tais como, condução de informação, as diferenciações do rombencefalo, os neurônios desta formação atuam no: processamento de informação sensorial e motora, controle de movimento voluntário e regulação do sistema nervoso vegetativo (destaque na figura 8).



**Figura 8** – Representação das estruturas encefálicas após as diferenciações do prosencéfalo, mesencéfalo e rombencéfalo.

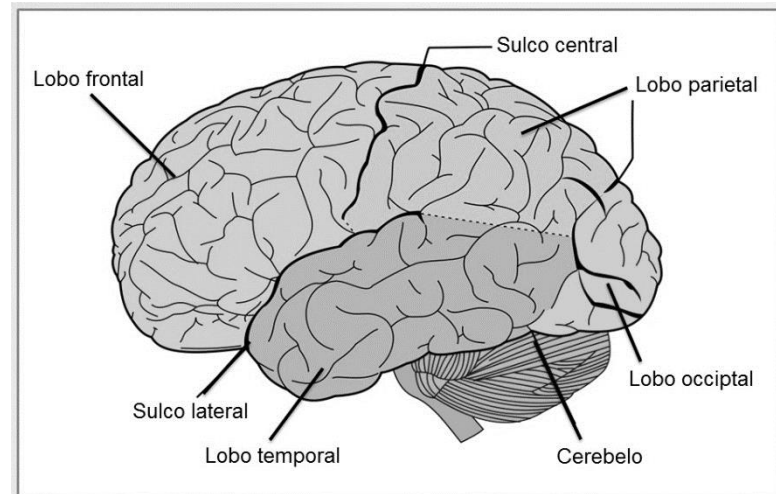
**Fonte:** Disponível em: < <http://www.afh.bio.br/nervoso/nervoso3.asp>>.

As produções ao longo da história e epistemologia da ciência, bem como, as novas técnicas e instrumentos para estudar a anatomia e fisiologia do encéfalo, tem nos direcionado para uma visão mais holística e, conseqüentemente, menos localizacionista, das funções cerebrais. Entretanto, por uma escolha organizacional, buscaremos expor as estruturas e funções locais do telencéfalo, especificamente as que ocorrem no córtex cerebral (camada mais externa) para depois seguirmos aprofundando as outras porções do encéfalo.

É no telencéfalo que ocorre grande das funções mentais superiores, pois é neste local que as codificações eletroquímicas, tal como, as percepções sensoriais e motoras são processadas e traduzidas em ações ou reflexos. Segundo Tortora e Grabowski (2008, p. 259) é no “telencéfalo fornece-nos a capacidade de ler, escrever, falar, fazer cálculos, compor músicas, lembrar do passado, planejar o futuro e ter capacidade de criar”.

O córtex cerebral, parte integrante do telencéfalo, possui dois hemisférios simétricos, formado por amplas lâminas de neurônios, que nos mamíferos superiores é caracterizado por ter muitas dobras ou convoluções. Tais modificações geram ao longo do desenvolvimento do ser, sulcos (fendas) e os giros (cristas de tecidos) que tem como principal objetivo, acondicionar maior superfície cortical dentro do crânio e promover a aproximação entre os neurônios. Conforme Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006, p. 88): “O córtex cerebral mede entre 1,5 à 4,5 mm de espessura, sendo a camada mais externa. Composto de corpos celulares de neurônios, seus dendritos e parte dos seus axônios”.

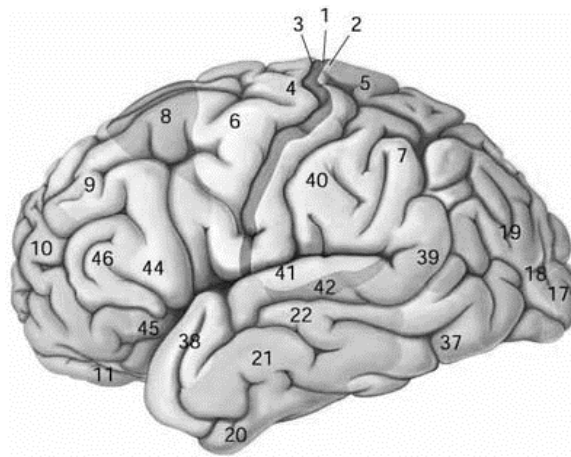
Existem diversos critérios que podem ser utilizados para compreender as regiões cerebrais. Anatomicamente, os hemisférios cerebrais são divididos em quatro partes ou lobos, nas quais cada uma apresenta propriedades funcionais distintas. Vinculados aos nomes dos ossos do crânio, os quatro lobos são: frontal, parietal, temporal e occipital (figura 9).



**Figura 9** – Representação dos lobos cerebrais.

Fonte: Disponível em: < <http://neuropsicopedagogianasaladeaula.blogspot.com.br.html/>>.

Utilizando os tecidos celulares corados por Franz Nissl, no início do século XX, Korbinian Brodman, caracterizou 52 regiões cerebrais (Figura 10), no qual identificou grupos celulares diferenciados. Como as células diferiam entre as regiões cerebrais, essa divisão foi chamada de citoarquitetura, ou arquitetura celular (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2008, p. 23).



**Figura 10** – Representação do mapa citoarquitetônico original de Brodman.

Fonte: Disponível em: < [http://thebrain.mcgill.ca/flash/capsules/outil\\_jaune05.html/](http://thebrain.mcgill.ca/flash/capsules/outil_jaune05.html/)>.

As regiões determinadas por Brodman foram numeradas, porém, vale destacar que tal ordem tem maior relação com os critérios de investigar do cientista, do que a relação significativa entre as áreas.

Do ponto de vista filogenético, o córtex é dividido em arquicórtex, paleocórtex e neocórtex. No ser humano, o arquicórtex está localizado no hipocampo, o paleocórtex ocupa



o uncus e a parte do giro para-hipocampal. Todo o resto do córtex é classificado como neocórtex. Arquicórtex e paleocórtex estão ligados à olfação e ao comportamento emocional. O neocórtex é o responsável pelas mais importantes funções cerebrais do homem (SINGI, 1996).

Mais adiante das classificações ou subdivisões do córtex cerebral supracitadas, também é possível subdividir em padrões gerais de camadas. Conforme Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006, p. 92):

A maioria do córtex é composta do neocórtex, que, tipicamente, contém seis camadas corticais principais que apresentam alto grau de especialização da organização neuronal. O neocórtex é composto de áreas como os córtices sensoriais e motores primários e o córtex associativo. O mesocórtex é um termo para a região para-límbica, que inclui o giro do cíngulo, o giro para-hipocampal, o córtex insular e o córtex orbitofrontal. O mesocórtex é interposto entre o neocórtex e o allocórtex e tem seis camadas. O allocórtex tipicamente, tem somente de 1 a 4 camadas de neurônios e inclui o complexo hipocampal (algumas vezes referido como arquicórtex) e o córtex olfativo primário (algumas vezes referido como paleocórtex).

No que diz respeito aos aspectos sensoriais, motores e cognitivos, o córtex cerebral pode ser categorizado em regiões funcionais. Conforme Tortora e Graboswki (2006, p. 262) evidenciam que,

Os tipos específicos de sinais sensitivos, motores e integradores são processados em certas regiões do córtex cerebral. De modo geral, áreas sensitivas recebem e interpretam os impulsos sensitivos, as áreas motoras iniciam os movimentos e as áreas de associação estão relacionadas às funções integradoras mais complexas, como a memória, as emoções, o raciocínio, a vontade, o julgamento, os traços de personalidade e a inteligência.

Os processos mentais que ocorrem no nosso encéfalo são interligados por conexões neuronais, que basicamente conectam as entradas sensoriais e as saídas motoras. Contudo, diferentes áreas do cérebro possuem funções específicas. Seguindo as contribuições de Muniz (2014) podemos destacar que

[...] o **lobo frontal** esta envolvido nas habilidades motoras (incluindo a fala) e nas funções cognitivas. O córtex motor está envolvido no planejamento das ações e no movimento e pensamento abstrato...o lado esquerdo do lobo frontal, chamado área de Broca, processa a linguagem por meio do controle dos músculos que criam os sons (boca, lábios e laringe). O **lobo occipital** recebe e processa informações visuais e relaciona essas informações com o lobo parietal (área de Wernicke) e com o córtex motor (lobo frontal)...Processa visão da cor, do movimento, da profundidade, da distância etc. O **lobo temporal** processa as informações auditivas e as relaciona com a área de Wernicke, quando o lobo temporal sobressai, os alunos têm habilidades preferencias relacionadas à memória, á audição, ao processamento e à percepção de informações sonoras, à capacidade de entender a linguagem e ao processamento visual de ordem superior. O **lobo parietal** recebe e processa todas as entradas somatossensoriais do corpo (recepção de sensações do tato, dor, toque, lábios, língua, garganta e temperatura do corpo). A parte traseira do lobo parietal (próxima ao lobo temporal) tem uma seção chamada área de Wernicke, muito importante para compreender as informações sensoriais (visuais e auditivas) associadas à linguagem.

Aprofundando um pouco mais sobre o córtex cerebral, anatomicamente este é dividido em dois hemisférios: direito e esquerdo. Contudo, vale ressaltar que, mesmo que cada lado contribua mais significativamente para determinada função, é um equívoco pontuar dominância entre as partes. “Eles trabalham em conjunto, utilizando dos milhões de fibras nervosas que constituem as comissuras cerebrais e se encarregam de pô-los em constante interação” (REZENDE, 2009, p. 51).

Os avanços científicos e tecnológicos nas últimas décadas são circunstâncias para novas perspectivas sobre os estudos de especialização e laterização das funções cerebrais, principalmente, vinculadas aos processos superiores da mente. Dessa maneira, dedicaremos um caminho teórico para compreender um pouco mais sobre esse tema, que está permeado de distorções, mesmo sabendo cientificamente que existem diferenças significativas entre os dois hemisférios.

### 2.3.1 Especialização e Laterização Cerebral.

“A assimetria de um hemisfério cerebral em relação ao outro foi descrita inicialmente por Gustave Dax, em 1863, e tem ocupado, desde então, lugar de destaque nas neurociências”. (DALGALARRONDO, 2011, p. 315).

Reforçando tais ideias iniciais, os dois córtices cerebrais do encéfalo humano estão conectados pelo corpo caloso, e anatomicamente aparentam ser do mesmo tamanho. Entretanto, segundo Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006, p. 420), destacam que “os efeitos da lesão cerebral unilateral têm revelado diferenças funcionais importantes”.

Nos últimos séculos muito tem se discutido sobre funções locais do cérebro, principalmente, com argumentos de dominância entre hemisférios. Contudo, os recursos utilizados nas últimas décadas, tem demonstrado que a ideia de dominância foi substituída por regiões mais especializadas em uma ou outra área. Atualmente, os conceitos de especialização e laterização dos hemisférios cerebrais tem amplas bases genéticas e neurobiológicas, claro, sem ressaltar as interações sociais.

Seguindo a linha de raciocínio de Dalgarrondo (2011), o hemisfério direito está diretamente relacionado (especializado) com fenômenos mentais de processamento, análise e organização das informações não verbais, em síntese, com as capacidades visuoespaciais e prosódicas. Por outro lado, o hemisfério esquerdo, está implicado com as habilidades verbais e linguísticas. O Quadro 4, a seguir, refere-se a uma síntese das especializações funcionais.

**Quadro 4** – Especializações funcionais dos dois hemisférios cerebrais do homem.

<b>Hemisfério Direito</b>	<b>Hemisfério Esquerdo</b>
<b>Visuoespacial</b>	Operações com códigos
<b>Não verbal</b>	Verbal
<b>Habilidades musicais “diretas”, “espontâneas”.</b>	Habilidades musicais “codificadas”
<b>Prosódia (música falada) e entonação</b>	Aspectos semânticos (significados dos signos / palavras) e gramaticais – sintáticos (relações lógicas e de sentido entre signos / palavras).
<b>Atividades em paralelo, que abrangem o “todo” da situação</b>	Atividade serial, processando elemento por elemento, em sequência temporal ordenada.
<b>Envolvido em atividades imaginativas</b>	Envolvido em atividades analíticas
<b>Percepção e consciência corporal, concreta</b>	Percepção e consciência abstrata, simbólica.
<b>Apreende e elabora a arte como experiência imediata, não descritível e codificável</b>	Apreende e elabora a arte mais em termos conceituais e abstratos, utilizando signos e símbolos que mediatizam a experiência
<b>Predominam os processos criativos e intuitivos</b>	Predominam os processos lógicos e racionais.

Fonte: Adaptado Dalgarrondo(2011, p. 317).

Fonseca (2015) foi categórico em esclarecer que independente desta especialização, que se consolida por volta dos 7 – 8 anos de idade, os dois hemisférios atuam em perfeita harmonia e empatia funcional.

Uma linha de pesquisa que ganhou muita notabilidade foi a investigação micro anatômica dos hemisférios cerebrais. Segundo Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006, p. 422):

Apesar de muitos investigadores terem examinado diferenças grosseiras de tamanho entre dois hemisférios, relativamente poucos têm questionado se diferenças na conectividade ou na organização neural poderiam ser a base das assimetrias hemisféricas. Uma possibilidade é que características organizacionais específicas, como o número de conexões sinápticas locais, podem ser responsáveis pelas funções diferenciadas de distintas áreas corticais.

Seja pela perspectiva funcional, ou pelos estudos vinculados aos efeitos das lesões cerebrais unilaterais, as pesquisas em torno da especialização e laterização cerebral tem fornecido relevantes informações sobre a organização do cérebro humano.

Os estudos correlacionados aos processos cognitivos superiores estão diretamente imbricados em pesquisas sobre lateralidade e especializações cerebrais. “Estudos com o cérebro dividido têm revelado um complexo mosaico dos processos mentais que participam da cognição humana” (MUNIZ, 2014, p. 171). Nesse contexto, no próximo item abordaremos alguns processos neurocognitivos cognitivos que estão diretamente vinculados ao processo de ensino e aprendizagem.

## 2.4 ALGUNS PROCESSOS NEUROCOGNITIVOS COGNITIVOS: MEMÓRIA, ATENÇÃO, EMOÇÃO E PERCEPÇÃO E AS APROXIMAÇÕES COM O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS.

Conforme Becker (2001, p. 71) “conhecer é transformar o objeto e transformar a si mesmo”. Dessa forma, uma educação amparada em processos cognitivos superiores deve superar meras transmissões e, ampliar as modificações estruturais das bases neurais. Ainda neste contexto, Ramos e Pagotti (2008, p.7) salientam que,

[...] competência cognitiva é um dos fatores ressaltados no mundo acadêmico, e implica memorizar, comparar, associar, classificar, interpretar, hipotetizar, julgar, enfim, compreender os fenômenos; o professor, na medida em que prepara os alunos para o mundo acadêmico, deveria estimular essa competência.

Algumas estruturas cerebrais, indiferente do hemisfério a que pertence, tem estreita relação com a aprendizagem significativa, de modo, que os conceitos preexistentes serão agregados aos novos conhecimentos e transformados em conhecimento significativo. Morin (1996, apud FONSECA, 2015, p. 28) destaca que,

[...] Efetivamente, o cérebro é o órgão onde se forma a **cognição**, o órgão mais organizado do organismo. A **cognição** pode emergir no cérebro porque nele ocorrem determinadas condições bio-psico-sociais ou bioantropológicas dinâmicas e evolutivas, que permitiram, e permitem ao ser humano revelar-se como um ser auto-eco-organizador (grifo nosso).

Por definição, cognição é sinônimo de “ato ou processo de conhecimento” (FLAVEL, 1993, p.27). Em termos multicomponenciais, o mesmo autor, defende que a cognição envolve, portanto, a contribuição e a coesão-coibição de vários subcomponentes, nomeadamente de atenção, da percepção, da emoção, da memória, da motivação e outros fatores correlacionados. Neste sentido, Flavel (1993), ainda argumenta que a cognição e suas variáveis são produtos evolutivos, tanto da filogenética (sistemas de sobrevivência, de prazer e de aprendizagem), como da ontogenética (linguagem corporal, falada e escrita). Vale acentuar, que tanto nos aspectos filogenéticos, quanto ontogenéticos, a cognição pode mudar e apresentar um elevado potencial de plasticidade e flexibilidade, este momento é dedicado a refletir sobre alguns aspectos essenciais da “arquitetura da cognição”.

Entre todos os sistemas biológicos que compõe nosso organismo, o sistema nervoso representa muito bem a complexidade e a dinamicidade das modificações que ocorrem ao longo da vida. E, principalmente, nas últimas décadas, uma mudança paradigmática tem proporcionado uma nova percepção sobre esse tema, ou seja, a ideia de que as células do sistema nervoso não são imutáveis, mas sim, dotadas de plasticidade.

Assim, os desafios das Neurociências neste primeiro quarto do século XXI é compreender os desdobramentos da neuroplasticidade. Segundo Lent (2010, p. 149),

[...] neuroplasticidade é a capacidade de adaptação do sistema nervoso, especialmente a dos neurônios, às mudanças nas condições do ambiente que ocorrem no dia a dia da vida dos indivíduos [...] um conceito amplo que se estende desde a resposta a lesões traumáticas destrutivas, **até as sutis alterações resultantes dos processos de aprendizagem e memória** (grifo nosso).

De fato, durante o desenvolvimento ontogenético, o sistema nervoso é mais plástico, ou seja, temos a constatação de que tais mudanças variam com a idade do indivíduo. Tais modificações podem ocorrer por duas vias principais: informações do genoma e as influências do ambiente.

Conforme Izquierdo (2011), plasticidade cerebral está relacionado com o conjunto de processos fisiológicos, em nível celular e molecular, que pode explicar como as células nervosas se modificam e reagem a determinados estímulos. Isso nos permite compreender que enquanto houver manifestação de vida, metabolismo e estímulos variados, haverá possibilidade de aprendizagem.

Dessa maneira, Lent (2010, p. 150) elaborou uma tabela indicando os tipos e características da neuroplasticidade de um indivíduo adulto (Quadro 5).

**Quadro 5 - Tipos e Características da Neuroplasticidade Adulta**

Segundo a Idade	Segundo a Manifestação	Segundo o Alvo	Segundo o fenômeno observado
Plasticidade Adulta	Morfológica	Somática	Neurogênese, morte celular
		Axônica	Regeneração de fibras lesadas apenas no SNP Brotamento de fibras integras
		Dendrítica	Formação e desaparecimento de espinhas
		Sináptica	Formação de novas sinapses
	Funcional	Sináptica	Habituação, Sensibilização
	Comportamental		Aprendizagem, memória.

**Fonte:** Adaptado de Lent (2010, p. 150).

Observando as informações do Quadro 3, bem como, outras informações correlatas às estruturas dos neurônios, os locais de contato entre os axônios e os dendritos medeiam a plasticidade sináptica que fundamenta o aprendizado, a memória e a cognição. A cada nova experiência, ocorre um rearranjo das redes neuronais, também, um reforço de outras sinapses.

De maneira sucinta, Guerra (2011, p. 6) enfatiza que “neuroplasticidade é a propriedade de ‘fazer e desfazer’ conexões entre neurônios. Ela possibilita a reorganização da estrutura do SN e do cérebro e constitui a base biológica da aprendizagem e do esquecimento”.

Nesta perspectiva, salientamos uma conexão importante entre Neurociência Cognitiva e Ensino de Ciências, mesmo sabendo, que neurocientistas e educadores pertencem a campos diferentes, ambos se encontram na busca pela compreensão de como se dá a construção do conhecimento (BROCKINGTON, 2011).

Dentre os variados procedimentos sistêmicos e neurais, nesta pesquisa destacaremos cinco processos cognitivos que promovem modificações comportamentais nos seres humanos, quando estimulados ou não, a saber: memória, atenção, emoção e percepção.

#### 2.4.1. MEMÓRIA

As informações são armazenadas em diferentes partes do nosso encéfalo, ou seja, existem mecanismos sinápticos elementares que auxiliam tais funções. Em termos funcionais, a memória é a base de todo saber do indivíduo, pois é resultado das experiências vivenciadas e codificadas de cada ser.

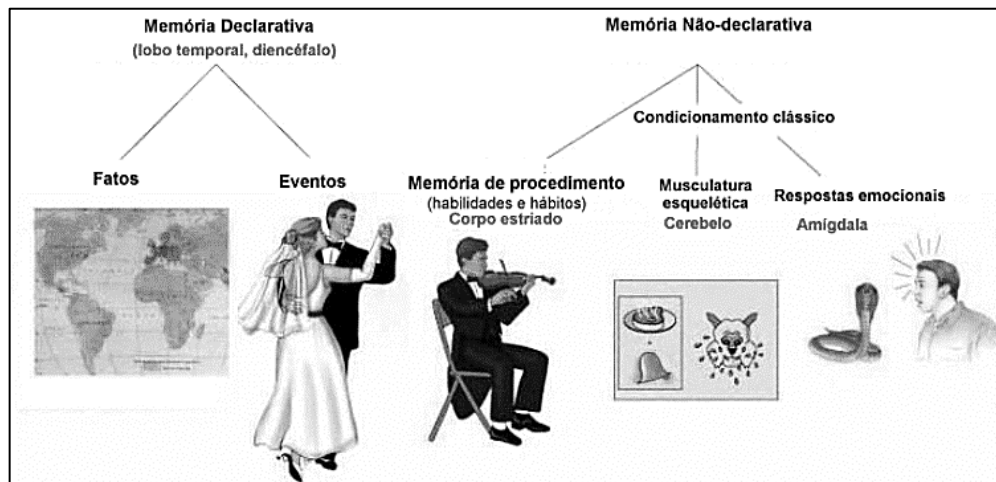
A memória é a retenção da informação aprendida, e pode ser dividida, para fins pedagógicos e funcionais, de acordo com sua duração, seu tipo de informação armazenada e suas estruturas encefálicas envolvidas (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008).

Quanto a sua duração, a memória pode ser categorizada segundo estudos desenvolvidos por Endel Tulving (1995, apud GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2008) como: memória sensorial, memória de curta duração e memória de longa duração.

A memória sensorial ou traço de memória sensorial tem alta capacidade sensorial, porém, curta duração, de segundos ou milissegundos. Caracterizada pelas representações das sensações visuais (icônicas) e auditivas (eco), tais traços não são diretamente acessíveis à consciência. Ressalta-se ainda, que estudos de atividades de potencial cerebral, demonstram que as memórias sensoriais são armazenadas no córtex sensorial específico como um traço neural de curta duração (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2008).

A memória de curta duração, também conhecida como memória operacional ou de trabalho. Este tipo de memória “representa um armazenamento de capacidade limitada de reter informação por um curto período e de realizar operações mentais com o conteúdo armazenado” (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2008, p. 329).

A memória de longo prazo são aquelas informações retidas e recordadas por dias, meses ou anos. As memórias de longo prazo são categorizadas em implícitas (não declarativas) e explícitas (declarativas). Conforme (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008) a memória declarativa (explícita) está relacionada com fatos e eventos e a não – declarativa (implícita) ou procedimental está ligada a habilidades, hábitos e comportamentos, conforme figura 11.



**Figura 11** – Tipos de memória declarativa e não - declarativa.

Fonte: Bear, Connors, Paradiso (2008).

Mesmo que várias áreas são ativadas no processamento da memória no encéfalo, estruturas específicas sustentam determinados tipos de armazenamento. Sinteticamente, os sistemas biológicos da memória incluem: lobo temporal medial, atuante nas memórias declarativas e não declarativas; o córtex pré-frontal; o córtex temporal; córtex sensoriais associativos, bem como, estruturas corticais e subcorticais (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2008).

Observando as interações biológicas da memória, isto é, os aspectos anatômicos e sensoriais, depreende-se que a aprendizagem ocorre quando a memória é construída ou reconstruída. Mesmo diante de variações procedimentais, o cérebro como órgão da cognição tem a capacidade de captar e armazenar uma quantidade infinita de informação e, de imediato, pode manipulá-la e adequá-la a situações inéditas e imprevisíveis (FONSECA, 2015).

Diante do fato, de que os tipos de memórias são codificadas, adquiridas e armazenadas conforme determinados procedimentos sociobiológicos, cabe aos atores educacionais pensar e desenvolver estratégias que contemplem atividades diversificadas, ou seja, por meio de

múltiplos estímulos, afim de consolidar alguns conceitos ou informações relevantes aos indivíduos.

Ainda no que corresponde aos estímulos relacionados a memória, a contínua atividade com exercícios de imagens, habilidades lógicas, espaciais e verbais, bem como, a leitura são estratégias que auxiliam a consolidação da memória. No processo de ensino e aprendizagem, o aluno vai registrar ou tornar o seu conhecimento significativo se encontrar referências biológicas e psicológicas que a sustentem (REZENDE, 2009).

Além disso, também não podemos desvincular o processo, a aquisição e o armazenamento da memória ao contexto em que ela se consolida, devido a sua complexidade. Souza e Salgado (2002, p.146), sustentam que,

[...] O estado de humor, a atenção e as emoções, presentes com o indivíduo, irão influenciar, tanto a sua obtenção, como a sua recordação. Isso porque essas situações (estados de desânimo, privação do sono, depressão e tristeza) podem afetar a memória de trabalho. Uma vez que essa memória facilita a assimilação de atividades complexas como a aprendizagem, a compreensão e o raciocínio, ela tem papel fundamental no gerenciamento e na tomada de decisões, situações que afetam devem ser evitadas, a fim de impedir problemas na aquisição ou no resgate da informação.

Diante das informações supracitadas, reforçamos que a aprendizagem e a memória correspondem a reorganizações sucessivas das sinapses, assim, para que as informações se fixem na memória de longo prazo é necessário um treinamento contínuo, seguido de períodos de descansos (KANDEL, 2009).

Aplicadas ao contexto escolar, Relvas (2014) apontou algumas estratégias que podem ser aplicadas para consolidar ou otimizar a memória dos alunos, a saber: a) Criar em sala de aula um clima favorável para a aprendizagem, eliminando-se a insegurança do estudante em suas respostas ou perguntas; b) Dividir a aula em espaços curtos, onde se propõem atividades diversificadas. Uma breve exposição, seguida de arguições, sínteses ou algum jogo pedagógico operatório é sempre mais eficiente do que uma exposição prolongada; c) Desenvolver hábitos estimuladores da memória de maneira lenta e progressiva; d) Respeitar as particularidades de cada estudante e a maneira como sua memória melhor trabalha; e) Reservar alguns minutos da aula para conversar sobre o conteúdo estudado possibilita que o novo conhecimento percorra mais uma vez o caminho no cérebro dos estudantes. Assim, eles fazem uma releitura do que aprenderam; f) Estabelecer relações entre novos conteúdos e aprendizados anteriores faz com



que o caminho daquela informação seja percorrido novamente, tornando mais fácil seu reconhecimento.

Por esse ângulo, se faz necessário o professor ter clareza quais conteúdos específicos a ser ensinado, saber planejar, desenvolver e avaliar as atividades que contemplem ou estimulem as diferentes áreas cerebrais, pautadas na articulação entre a teoria e a prática (REZENDE, 2009).

Partindo do princípio de que a memória é o processo pelo qual o conhecimento é codificado, retido e posteriormente recuperado, sendo assim, fundamental para a consolidação da aprendizagem. (KANDEL, 2014). Especificamente no ensino de ciências, esse aspecto neurocognitivo é fundamental para a consolidação de termos, conceitos ou definições. Dessa forma, os alunos podem associar, comparar ou categorizar os assuntos conforme suas necessidades ou aplicações cotidianas (MUNIZ, 2014).

Sob o olhar na formação docente, os professores devem ficar atentos as possibilidades metodológicas ou estratégias que valorizem a consolidação da memória. Associação de assuntos, jogos de memória, reconhecimento de imagens, palavras cruzadas e outros instrumentos podem contribuir diretamente para a aprendizagem significativa. Ao conseguir consolidar tais informações, os alunos terão mais facilidade em associar os conceitos às suas necessidades diárias. (RELVAS, 2014).

A sala de aula, bem como, as aulas de ciências, são ambientes preponderantes para o estabelecimento de memórias. Além de estimular por meio de atividades variadas, também envolve a dúvida, a curiosidade a busca pelo conhecimento, assim também intervindo fatores emocionais.

#### 2.4.2. ATENÇÃO

A princípio, o conceito ou definição de atenção, parece ser simples e, estar relacionado a percepção ou à concentração, porém, trata-se de uma situação muito mais complexa e ampla. Presente nas diversas atividades mais corriqueiras do dia-a-dia, desde as atividades mais simples, como escovar os dentes ou até no cuidar do tráfego aéreo de uma torre de controle.

Assim, “atenção é um mecanismo cerebral cognitivo que possibilita alguém processar informações, pensamentos ou ações relevantes, enquanto ignora outros irrelevantes ou dispersivos” (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2008, p. 265). Nesse sentido, esse processo

superior é uma formação a partir das relações com as pessoas, com a internalização da linguagem, bem como, no uso dos objetos físicos.

Conforme nossas habilidades ou intencionalidades, a atenção pode ser categorizada em: atenção voluntária (endógena), ou seja, ações ou objetos que direcionamos nossas atenções e; atenção reflexa (exógena ou automática), quando um determinado fenômeno capta nossa atenção.

As duas categorias de atenção podem ser exploradas e estimuladas nas aulas de ciências e, ao propor atividades que os alunos descrevam ou analisem objetos, imagens ou vídeos, os mecanismos da atenção voluntária endógena são estimulados. Em alternativa, atividades experimentais, desenvolvidas por docentes, por exemplo, podem gerar atenção reflexa (exógena), captando a atenção dos mesmos (OLIVEIRA, 2011).

Segundo Lent (2010), a atenção envolve dois aspectos fundamentais. O alerta, que envolve o estado geral de sensibilização dos órgãos sensoriais e dos diversos aspectos para recepção sensorial. O segundo fator, é a própria atenção, que envolve o alerta dos processos mentais e neurocognitivos.

A forma como a atenção é operacionalizada no nosso organismo também é considerado como parâmetros para categorizá-la em: seletiva, sustentada, alternada e dividida. Lima (2005, p.6) descreve cada uma das categorias, sendo,

[...] a **atenção seletiva** é definida como capacidade do indivíduo privilegiar determinados estímulos em detrimento de outros, ou seja, está ligada ao mecanismo básico que subsidia o mecanismo atencional. A **atenção sustentada** descreve a capacidade de o indivíduo em manter o foco atencional em determinado estímulo ou sequência de estímulos durante um período de tempo para o desempenho de uma tarefa. A **atenção alternada** é a capacidade do indivíduo em alternar o foco atencional, ou seja, desengajar o foco de um estímulo e engajar em outro. A **atenção dividida**, ou seja, quando um indivíduo desempenha duas tarefas simultâneas (grifo nosso).

Dentre os inúmeros sistemas que controlam a atenção humana, incluem-se o córtex parietal superior, o córtex pré-motor e o giro cíngulo anterior (vinculados a atenção seletiva); o córtex pré-frontal, atuante no controle voluntário da atenção; o córtex fronto-parietal e os núcleos da base, relacionados aos estímulos e a filtração das informações; as áreas pré-frontais e órbito-frontais, atreladas as funções de controle e organização da atenção e; o tálamo, o córtex pré-frontal e parietal, regulando tanto a atenção sustentada, como também, a atenção dividida (MUSKAT, 2008).

Quanto a cognição, a atenção exerce uma função essencial na retenção das informações, pois é mediante a atenção que guardamos as informações na memória de longa duração. Um

dos grandes desafios no espaço escolar, a sala de aula propriamente dita, é flexionar ou estimular os variados tipos de atenção, transformando, informações automáticas em um processo progressivo de intelectualização. Siqueira e Gianetti (2010, p.79) reforçam que é “através da atenção que se filtra as informações relevantes no meio (atenção seletiva) e se mantém sob foco esta informação desejada (atenção sustentada e focalizada)”.

Os processos cognitivos superiores estão entrelaçados, logo, a atenção vinculada com o processo educacional também apresenta peculiaridades relevantes, tais como: o contexto, as características dos estímulos, as expectativas, motivação, a relevância da atividade, bem como o estado emocional (DAVIDOFF, 1983). Na perspectiva da aprendizagem, ou no ensino de ciências, podemos reforçar que prestamos atenção aquilo que mobiliza o interesse, ou seja, parte significativa do cotidiano docente.

Ainda no campo da aprendizagem, parte das produções relacionados a neuroeducação sustentam que o processo cognitivo está relacionado com pelo menos dois tipos de atenção, que exige estar “na tarefa” e o monitoramento do mundo em sua volta. Dessa forma, cabe o professor analisar as condições do ambiente de aprendizagem e levar em conta os tipos de atenção que o cérebro dispõe em determinado momento pedagógico. (TOKUHAMA – ESPINOSA, 2008).

Diante do exposto, surge uma questão elementar: como os diferentes tipos de atenção pode favorecer a aprendizagem em aulas de Ciências? Nas aulas de Ciências ou qualquer outra área, ao reter a atenção do aluno, por meio de estratégias alternativas de ensino, o professor consegue proporcionar signos e significados mais próximos da realidade do aluno.

Ao propor atividades que serão construídas ou debatidas pelos próprios alunos, os níveis atencionais se amplificam, assim, os outros aspectos neurocognitivos associados (lembrando que apesar de especificar, temos plena consciência do funcionamento sistêmico do cérebro) serão reorganizados microscópica e macroscopicamente. (MUNIZ, 2014).

Um aspecto que deve ser levado em conta nas aulas de Ciências, pois envolve assuntos que geram debates e curiosidades, quando nos reportamos a atenção, são as estratégias para direcionar as aulas de maneira dialógica e participativa, favorecendo assim um ambiente para o desenvolvimento da atenção seletiva (GALVÃO, 2017).

#### 2.4.3. EMOÇÃO

Em termos neurocognitivos, a emoção pode ser compreendida como uma resposta fisiológica ou como experiências conscientes, sentimentos. Vale ressaltar que, Segundo Kandel et. al (2014, p. 939):

[...] emoções são respostas comportamentais e cognitivas automáticas, geralmente inconscientes, disparadas quando o encéfalo detecta um estímulo significativo, positiva ou negativamente carregado. Sentimentos são percepções conscientes das respostas emocionais.

Diante dessa dicotomia, fisiológica e perceptiva, as emoções são alicerçadas por diferentes estímulos. Por conseguinte, quando tais estímulos são detectados, o encéfalo envia comandos a redes que controlam os hormônios, bem como, aos movimentos voluntários e involuntários.

Mas qual a relação entre emoção e cognição? Eis uma dúvida milenar que se iniciou com os filósofos gregos, principalmente na figura de Aristóteles, que sugeria a emoção como, a “alma sensível” e a cognição, como “alma racional” (GAZZANIGA, IVRY e MANGUN, 2008).

Nas últimas décadas, os estudos relacionados a Neurociência Cognitiva tem contribuído significativamente para essa dicotomia, cognição e emoção. Anatomicamente, diversas porções do encéfalo estão envolvidas com a emoção e, conseqüentemente, com a cognição, além da amígdala, as áreas corticais, região ventral do córtex cingulado anterior, o córtex insular e o córtex pré-frontal ventromedial são regiões encefálicas especialmente envolvidas nos estados emocionais complexos.

Neste sentido, traduzindo Le Doux (1994, p. 167) “as estruturas neurais especializadas para emoção podem interagir com – e ser influenciadas por – sistemas neurais conhecidos por serem especializados por outros comportamentos cognitivos”. Portanto, emoção e cognição são independentes e ao mesmo tempo interdependentes.

As emoções servem como dicas de comportamentos em resposta a desafios e oportunidades no ambiente. Damasio (2001, p. 781) conclui que “as emoções desempenham papel fundamental na cognição, apesar de não serem atos racionais, são elas que, através dos sentimentos, desencadeiam o processo cognitivo”.

Ampliando um pouco mais sobre a reflexão emoção-cognição, Parolin (2007) propõe que aprender está diretamente relacionado a um clima emocional. A qualidade da relação e a temperatura emocional que ocorrem as mediações da aprendizagem são essenciais. No entanto, vale destacar que cada vez que o aprendiz expressa seu estado emocional, no percurso da aprendizagem, está manifestando seu campo afetivo.

Os apontamentos supracitados oportunizam uma visão mais conjunta entre dimensão afetiva – emocional e aprendizagem, pois no processo educacional a carga emocional entre os seus atores são intensas. Desse modo, Glaser – Zikuda, et. al (2005) destaca que “o ideal seria que as propostas educacionais inserissem em seus planejamentos, a instrução dos aspectos emocionais, de forma a elaborar e implementar estratégias didáticas específicas, que integrem as emoções nas tarefas de ensino”.

Os estudos recentes sobre cognição e emoção, tende a refletir além de estratégias de aprendizagem, mas também adquirir um repertório de estratégias de regulação emocional. Tanto que Martinelli (2005) complementa que “há consenso entre os pesquisadores de que existe relação entre os fatores emocionais e os atos inteligentes, assim como que os estados afetivos interferem nos aspectos cognitivos”.

Diante das informações citadas, podemos compreender que as emoções também possuem forte embasamento fisiológico, tanto que quando se está intrinsecamente motivado, neurotransmissores como a dopamina são liberados no cérebro (Sprenger, 2008). Nesse contexto, Almeida (2003, p. 66) conclui que,

[...] Existem algumas maneiras de se atrair os alunos para as aulas; usar músicas adequadas aos temas trabalhados, começar a aula com uma história pessoal ou curiosa, levar os alunos a participar ativamente da escolha do tema da aula. Os neurotransmissores excitatórios são liberados quando o aluno se sente excitado, provocando uma cascata de reações químicas que aumentam a intensidade e a percepção da experiência.

As emoções podem ser consideradas ótimos indicadores para que professores e outros atores educacionais tenham ideia do sucesso ou do fracasso da aprendizagem dos alunos. Assim, amplia-se a responsabilidade dos educadores em intervir com “práticas pedagógicas inovadoras que estimulem e despertem no convívio do ato de aprender, garantindo o direito à Aprender a Ser, Aprender a Conhecer, Aprender a Fazer e Aprender a Conviver” (MUNIZ, 2014, p. 159).

Mesmo que timidamente, a relação entre cognição e emoção tem se transformado em um rico e importante tema para pesquisas no Ensino de Ciências. Investigações desenvolvidas por Laukenmann (2003) salientam a importância dessa estreita relação, e enfatiza que quanto maior é a sensação de bem estar dos estudantes durante a introdução de uma novo tópico, mais interessados eles ficam com esse tópico, mais eles aprendem, independente de seus sentimentos em geral.

Os aspectos afetivos e emocionais das Ciências Naturais, por si só, já podem gerar sentimentos de encantamento e interesses pelos alunos. Neste sentido, Brockington (2011, p.53) reforça que,

[...] como o saber escolar é um elemento fundamental no desenvolvimento cognitivo dos indivíduos, no âmbito do Ensino de Ciências, parece-nos de suma importância investigar se as relações estabelecidas com o conhecimento científico guardam uma dimensão emocional.

Fruto da bipolaridade cartesiana, razão e mente, grande parte dos currículos do Ensino de Ciências estão centradas em atitudes científicas, ou seja, com viés puramente racionalista. Todavia, na atualidade, sob um novo olhar, as implicações emocionais e afetivas nesse campo educacional, tem gerado resultados satisfatórios, principalmente, na produção de novos conceitos e associações realizadas pelos alunos. (TEIXEIRA, 2003).

Ainda sobre a valorização dos aspectos emocionais na aprendizagem de conhecimentos científicos, Brockington (2011, p.60) conclui que, “nossa hipótese geral é que a emoção desempenha um papel fundamental na aprendizagem de conhecimentos científicos [...] acreditamos que a construção do conhecimento pelos estudantes não ocorre exclusivamente pela razão, havendo uma influência pela emoção”.

#### 2.4.4. PERCEPÇÃO

Em termos conceituais, a palavra percepção é oriunda do latim *perceptio, ónis*, que significa compreensão ou faculdade de perceber (HOUAISS, 2002). Dessa forma, percepção está diretamente relacionado a cognição, por meio dos sentidos e das representações. Perceber é conhecer objetos ou situações por meio dos sentidos, que implica necessariamente, na proximidade do objeto no tempo e no espaço (PENNA, 1997). Assim, percepção pode ser estudada sob diferentes abordagens: filosófica, psicológica, semiótica entre outras.

O cientista e filósofo, Pierce foi um dos primeiros a aproximar percepções, como ciência dos signos, com pensamento e raciocínio. Santaella (1998) corrobora tais argumentos, pois “todo pensamento em algum momento nasceu da percepção e é por ela continuamente transformado. O modo como a mente aprende o fenômeno está relacionado com a teoria da percepção”.

No campo das neurociências, a percepção é a capacidade de associar informações sensoriais à memória e à cognição, de modo a formar conceitos sobre o mundo e sobre nós mesmos e orientar o nosso comportamento (LENT, 2010, p. 612). Vale frisar, a estreita relação

entre percepção e os sentidos, por isso, muitas vezes encontramos os termos percepção visual, auditiva ou somestésica.

Este aspecto neurocognitivo da percepção pode contribuir diretamente para o processo de ensino de aprendizagem de conhecimentos biológicos. O uso de estratégias multissensoriais perceptivas desencadeia processos emocionais e sentimentos que aguçam ou estimulam a curiosidade e a busca por parte dos alunos (MUNIZ, 2014).

É por meio da percepção que realizamos a conexão entre o mundo exterior e interior, assim, compomos um mundo que faz sentido. Anatomicamente, a percepção humana situa, geralmente, em áreas do córtex parietal posterior, do córtex inferotemporal ou na face do lobo occipital. Essas áreas são reconhecidamente denominadas de córtex associativo (LENT, 2010).

Ainda, em termos neurocognitivos, a percepção seria obtida através de processamentos paralelos, no qual as informações são segmentadas e distribuídas em subsistemas específicos (KELSO, 1995). Posto isso, a percepção depende de uma série de fatores, que envolvem emoções, motivações, experiências, adaptações entre outras.

No âmbito educacional, numa linha cognitivista, a percepção é um processo construtivo que depende das informações inerentes ao estímulo, bem como, da própria estrutura mental. (QUOOS, 2008). Diante disso, vale destacar que a percepção em nenhum momento acontece isolada de outras funções cognitivas, como a memória ou a atenção. Mesmo não vinculado aos estudos das neurociências, Luria (1990, p. 38) destaca que devemos “[...] reconhecer que a percepção é uma atividade cognitiva complexa que emprega dispositivos auxiliares e envolve uma participação íntima da linguagem”.

Seguindo o campo da Neurociência Cognitiva, diante da possibilidade de trabalhar com diversas estratégias sensoriais, o Ensino de Ciências tem contribuído diretamente para a formação dos indivíduos. Se observarmos, existe uma convergência entre os aspectos perceptivos, das Neurociências, com os objetivos centrais da educação científica, ou seja, forma conceitos sobre o mundo, sobre nós e nossos comportamentos (LENT,2010; MUNIZ,2014).

Portanto, sabendo que a percepção consiste no processo analítico, destinado a extrair de cada objeto suas características, ou melhor, uma estreita relação com os sentidos, as estratégias de ensino, nas aulas de Ciências devem estimular diferentes sentidos. Assim, ao trabalhar com recursos visuais, auditivos e táteis, estaremos delineando sensações e percepções que estimularão novas aprendizagens e consolidarão novos mecanismos memorísticos.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração, principalmente no processo de ensino e aprendizagem, são as atividades lúdicas. O lúdico é uma forma instigante de ensinar,

que envolve diferentes sentidos e percepções. Assim, Pinto e Tavares (2010, p. 232), reforçam que,

[...] A ludicidade é portadora de um interesse recíproco, canalizando as energias no sentido de um esforço total para consecução de seu objetivo, nos quais mobilizam esquemas mentais, ativando as funções psiconeurológicas e as operatórias – mentais estimulando o pensamento.

Podemos inferir que as diferentes abordagens no Ensino de Ciências podem contribuir diretamente para uma aprendizagem significativa. Neste cenário, perceber é identificar algo conhecido, previsível, uma mudança que estimula transformações no comportamento de quem percebe, todos esses elementos estão presente no contexto escolar (MACHADO, 2003).



**PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA**

---

A construção do percurso teórico-metodológico se deu ao longo de três vias. A ideia inicial surgiu das reflexões da própria atividade pedagógica do pesquisador, estando diretamente envolvido no processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos biológicos do Ensino Fundamental. O passo seguinte se deu nos componentes curriculares deste Programa de Pós-graduação, bem como, nos fecundos momentos de debates, discussões e apropriações dos conhecimentos teóricos e metodológicos para a pesquisa. Por último, a terceira foi construída na intenção de aproximar conhecimento acadêmico e conhecimento prático, ou seja, promover a convergência entre teoria e prática e vice-versa.

No campo dessa pesquisa, buscamos desenvolver uma Sequência Didática com múltiplas atividades, estimulando (in) diretamente, por meio de diversos componentes multissensoriais. Dessa maneira, denominamos “estímulos implícitos”, as diferentes atividades trabalhadas com os alunos, no intuito, principalmente, de produzir instrumentos pedagógicos que oportunizassem reflexões variadas.

Ainda, no que tange aos “estímulos implícitos”, salientamos que todas as atividades produzidas, relacionaram aspectos neurobiológicos cognitivos, ou seja, memória, atenção, emoção e percepção.

A partir das produções realizadas pelos alunos, seja nas atividades ou na autoavaliação, passamos a apresentar e refletir em torno dos resultados, também, demonstrar se os aspectos neurocognitivos emergiram, ou então, se realmente a Neurociência Cognitiva pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Desse modo, referenciamos, tais produções, como “estímulos explícitos”, ou seja, os aspectos neurocognitivos demonstrados pelos alunos nas variadas atividades da S.D.

Desse modo, apresentaremos neste capítulo, quatro seções fundamentais para a compreensão da realização da pesquisa. Na primeira seção, é apresentado o contexto de realização da pesquisa. Na segunda seção, se faz uma breve reflexão sobre o referencial teórico metodológico da pesquisa qualitativa do tipo pesquisa – ação. Situamos na terceira seção as condições em que se deu a constituição dos dados analisados na pesquisa. Neste texto, destacaremos como foi organizada a Sequência Didática, relatando as principais ações neste interstício, na qual se configurou como o eixo central para o desenvolvimento e aplicação dos

demais instrumentos (planejamentos de ensino, gravações das aulas, aplicação de atividades diversas). Por último, a quarta seção refere-se aos pressupostos teóricos-metodológicos de análise. Desta forma, optamos por explicar sucintamente sobre a Análise Textual Discursiva, passando posteriormente, a seguir os componentes estruturais desta metodologia: unitarização, categorização e metatexto.

### 3.1. CONTEXTO DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Ao propor o desenvolvimento deste estudo, foi escolhido a sala de aula como ambiente de pesquisa, tendo em vista que o pesquisador foi também o professor da turma escolhida. É importante lembrar que o pesquisador, licenciado em Geografia e Ciências Biológicas há mais de dez anos, atuou como professor de ciências da turma do sétimo ano do Ensino Fundamental, na qual foram constituídos os dados. Desse modo, contribuiu diretamente para o desenvolvimento de uma investigação mais próxima da teoria e a prática, envolvendo-o por meio de ações, observações, reflexões e correlações, apostando na investigação como uma atividade conjunta e não meramente na coleta de informações. Assim, vale reportar a Chizzotti (2005, p. 82):

[...] que na pesquisa qualitativa a subjetividade é extremamente complexa, exigindo que o pesquisador se prive de preconceitos e predisposições, para admitir uma atitude aberta a todos os tipos de manifestações que observa, assim como “partilhe da cultura, das práticas, das percepções e experiências dos sujeitos da pesquisa, procurando compreender a significação social por eles atribuída ao mundo que os circunda e aos atos que realizam”.

A pesquisa foi desenvolvida no Colégio Estadual Alfredo Moisés Maluf, localizado na periferia de Maringá – PR, pertencente ao Núcleo Regional de Educação de Maringá e, por conseguinte, a Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná. Toda pesquisa foi desenvolvida no ano de 2017, entre os meses de maio e julho, na qual participaram 28 alunos, simbolizados na pesquisa por A1 (aluno 1) até A28 (aluno 28), de ambos os gêneros (sendo 12 meninas e 16 meninos), do 7º ano, do Ensino Fundamental, do período vespertino, com idades entre 12 e 14 anos.

A participação dos alunos foi voluntária, por meio de atividades pedagógicas, respeitando o currículo e o plano de trabalho docente para aquela série. Os sujeitos, seus responsáveis e a direção escolar, bem como, a mantenedora, Secretaria da Educação do Estado do Paraná (SEED) foram informados acerca de todos os procedimentos investigativos a serem realizados, bem como, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, devidamente

autorizado pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá (COPEP), sob parecer número 2.392.334 (ANEXO 01).

### 3.2. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO DA PESQUISA

O presente estudo sobre as contribuições da Neurociência Cognitiva para refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos biológicos, é de caráter qualitativo, pois envolve a inter-relação entre o mundo real e o sujeito, ou seja, ocorreu um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade dos sujeitos envolvidos, que não podemos traduzir em números, mas interpretar os fenômenos e atribuir significados por parte do pesquisador sobre as ações que serão posteriormente destacadas.

Ainda, nesse contexto, numa perspectiva educacional, Bogdan e Biklen (1994) salientam a pesquisa qualitativa nessa área possui cinco características essenciais: a fonte de dados é o ambiente natural e o pesquisador o principal instrumento; é descritiva; o investigador qualitativo centra-se mais no processo do que nos resultados; os dados tendem a ser analisados de forma indutiva; o significado é de importância vital.

Logo, a presente pesquisa apoiou-se em uma metodologia qualitativa, tendo como ambiente de pesquisa a sala de aula, na qual, o pesquisador assumiu o compromisso de fazer parte dessa investigação, envolvendo-se diretamente por meio de ações, observações e reflexões, valorizando a investigação como uma atividade conjunta.

Se reportando a Freitas (1998, p. 89), salientamos que “[...] neste tipo de pesquisa estão mais voltadas para revelar o processo no qual os resultados foram obtidos do que seu próprio produto”. Assim, não podemos deixar de mencionar a complexidade deste método, pois exige do pesquisador o máximo de privações subjetivas, mesmo sendo desenvolvida por sujeitos históricos e culturais, ou seja, valorizando todos os tipos de manifestações que observa, assim como “partilhe da cultura, das práticas, das percepções e experiências dos sujeitos da pesquisa, procurando compreender a significação social por eles atribuída ao mundo que os circunda e aos atos que realizam” (CHIZZOTTI, 2005, p. 82).

### 3.3 CONSTITUIÇÃO DOS DADOS

Após debates e discussões sobre os encaminhamentos necessários, optamos pela aplicação de uma Sequência Didática (SD), para a constituição de dados, que sob nossos olhares, proporcionou uma gama de opções metodológicas para observações em sala de aula.

Visando, que a SD é composta por diversas atividades encadeadas de atitudes, procedimentos, ações e questionamentos que os alunos executam, esse instrumento proporcionou diferentes leituras e interpretações sobre a proposta de investigação desta pesquisa. Zabala (1998, p. 18) afirma que as Sequencias Didáticas são “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”.

Dessa forma, organizamos uma SD com duração de 12 hora/aulas, com a seguinte temática: “Características Gerais da Vida e a Classificação dos Seres Vivos: uma Sequência Didático-Pedagógica sob os Olhares das Neurociências (Apêndice A)”. Destacamos que a escolha temática ocorreu com a contribuição dos alunos participantes, por meio de uma atividade diagnóstica, que elencaram a classificação dos seres vivos como um tema central para compreensão dos conteúdos posteriores, propiciando uma atitude favorável, tal como, um clima harmonioso entre professor e aluno.

Para além dos aspectos de aprendizagem e, por se tratar de um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas, buscamos por meio das variadas atividades estimular os diversos processos cognitivos já referenciados neste trabalho.

No decorrer do desenvolvimento da SD, optamos por gravar o áudio e a imagem em dois encontros, totalizando 4 horas/aula. No terceiro encontro, optamos pela gravação pois envolveu diferentes estímulos sensoriais, relacionados com objetivos destacados na SD. Também escolhemos gravar o sexto encontro, pois resultou na simulação da convenção dos seres vivos, onde os discentes produziram seus materiais e instrumentos para a socialização dos seus trabalhos.

Conforme Zabala (1998), antes de iniciar a investigação, se faz necessário que os alunos elaborem suas hipóteses ou suposições, afim de estimular o senso crítico e investigativo dos mesmos. Vale destacar que no 1º encontro, antes de iniciar as atividades da pesquisa, foi orientado e explanado como seria o desenvolvimento de toda Sequencia Didática.

A turma escolhida para o trabalho caracteriza-se ou destaca-se sendo um grupo curioso e heterogêneo. Assim, o primeiro momento foi marcado pela sondagem dos conhecimentos prévios mediante duas questões elementares: O que é a Vida? Como podemos caracterizar os seres vivos ou diferenciá-los dos não-vivos? Neste caso, foi solicitado para que os alunos escrevessem três expressões, sentimentos e significações sobre a palavra (VIDA) (APÊNDICE A – PLANO DE AULA 1).

Ainda no primeiro encontro, quanto aos objetivos específicos da pesquisa, na produção das atividades buscamos propor atividades que pudessem evidenciar as representações memorísticas e perceptivas dos alunos, estimulando diversas associações cerebrais vinculadas a cognição, acerca do tema VIDA. Além disso, oportunizar reflexões internas e correlações cognitivas que estimulassem diferentes áreas do córtex cerebral.

Nas duas aulas seguintes, denominadas como 2º encontro, superando a ideia geral e biológica da vida, a intenção foi trabalhar com as características gerais da vida. Dessa maneira, no primeiro momento, a turma foi dividida em pequenos grupos, especificamente em trio, no qual os alunos fizeram apontamentos sobre o texto de apoio intitulado: Características Gerais da Vida (Figura 12), a seguir.

### **CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS SERES VIVOS (APONTAMENTOS)**

Organização Celular: Com exceção dos vírus os demais seres vivos são constituídos por célula (s).

Essas apresentam constituição e organização diversificadas, como se observa a seguir:

- a) **unicelular** – organismo constituído por uma única célula. Exemplos: bactérias, cianobactérias, protozoários, algumas algas e alguns fungos.
- b) **pluricelular** – organismo constituído por várias células. Exemplos: algumas algas, alguns fungos, todos os vegetais

Além da organização celular, os organismos para se manterem vivos precisam de energia, que é obtida a partir dos alimentos ou da fotossíntese. O modo em que os organismos obtêm o alimento pode ser classificados como:

- a) **Autótrofos**: Os seres vivos, como plantas e as algas que realizam a sua nutrição por meio da fotossíntese;
- b) **Heterótrofos**: Os seres vivos, que buscam energia se alimentando de outros seres vivos pois são incapazes de produzir energia sozinhos (através da fotossíntese).

Os seres vivos devem ter a **capacidade de responder a estímulos**. E essa reação é feita das mais variadas formas. As plantas, por exemplo, não possuem sistema nervoso, por isso têm respostas menos elaboradas que as dos animais, mas ela pode reagir com movimentos, como ocorre com a dormideira ou sensitiva, que se fecha quando é tocada; ou ainda apresentar um fenômeno conhecido como fototropismo (crescimento da planta orientado pela luz). Os animais apresentam respostas mais complexas aos estímulos do meio ambiente porque apresentam sistema nervoso. Possuem sensibilidade. Nós somos capazes de distinguir sons, cores, cheiros e gostos, além de outras coisas. Mesmo os animais que não possuem a visão, a audição ou outros sentidos bem desenvolvidos podem apresentar estruturas que lhes permitem perceber o ambiente a sua volta.

A reprodução é uma das características comuns a todas as espécies de seres vivos. Ter filhotes, isto é, ter descendentes, é importante para garantir a ocupação do ambiente e para se manter como espécie. Tipos de reprodução:

- a) **Reprodução sexuada** é aquela em que há participação de células especiais, os gametas. Os gametas são células que carregam parte do material genético que formará um novo ser. No animal, o gameta masculino é o espermatozóide e o gameta feminino é o **óvulo**;
- b) **Reprodução assexuada** não envolve estas etapas especiais, os gametas; depende apenas das células. A regeneração, um tipo de reprodução assexuada, ocorre, por exemplo, nas planárias.

**Metabolismo:** Conjunto das reações químicas que ocorrem no organismo. Pode ser de dois tipos básicos:

- a) **Catabolismo** – reações que provocam a quebra de substâncias. Exemplos: respiração aeróbica, fermentação, digestão etc;
- b) **Anabolismo** – reações que provocam a síntese (produção) de substâncias. **Exemplos:** fotossíntese, etc;
- c) **Homeostase** - conjunto de fenômenos que garantem o equilíbrio do organismo. Exemplo: o suor controlando a temperatura.

#### Consultas Online

<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Seresvivos/Ciencias/Caracteristicasgerais2.php>

<https://www.algosobre.com.br/biologia/caracteristicas-gerais-dos-seres-vivos.html>

**Figura 12.** Texto Apoio utilizado na SD.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A fim de ampliar as reflexões em torno dos conceitos trabalhados, foi solicitado aos alunos que escrevessem o grupo de seu animal de estimação preferido, ou que o mesmo tivesse mais afinidade, no intuito de suscitar fatores cognitivos associativos, principalmente vinculados aos aspectos emocionais dos alunos (fatores relacionados ao sistema límbico), bem como atenção e memorização, e detalhassem formas de nutrição, reprodução, respiração e reações mais comuns. Além disso, cada um recebeu uma folha de atividades para preencher algumas dessas características antes mencionadas (Figura 13).



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA



**PCM**  
PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### ATIVIDADES PLANO DE AULA II

1. Sabendo que os seres vivos possuem algumas características específicas, classifique os seres vivos conforme o modelo que se pede:



Nutrição: \_\_\_\_\_

Reprodução: \_\_\_\_\_

Respiração: \_\_\_\_\_

Reação: \_\_\_\_\_

**Figura 13.** Modelo da Atividade proposta.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

No terceiro encontro, na intenção de estimular áreas sensoriais diferenciadas, optou-se por trabalhar um vídeo documentário sobre “A diversidade de animais no Pantanal” (Youtube, 2017), assim como, reproduzir sons de animais diversos, num total de 40 espécies diferentes para a identificação dos alunos.

Na exibição do documentário, foi proposto para os alunos anotassem o máximo de espécies possíveis, exigindo um certo grau de atenção seletiva e associações cognitivas, principalmente na identificação de espécies não conhecidas pelos discentes.

Ainda, neste encontro, na intenção de estimular áreas sensoriais auditivas, também, desenvolver uma atividade com aspecto lúdico, solicitamos que os alunos registrassem nos seus respectivos cadernos, a identificação dos animais por meio dos sons emitidos por estes.

A curiosidade aguçada e o desafio lançado provocaram sensações interessantes na turma. Após reproduzir os sons das 40 espécies, retornamos ao primeiro e fomos apresentando cada um, e para cada identificação os alunos comentavam, exclamavam e até questionavam se de fato era esse som mesmo (Figura 14).

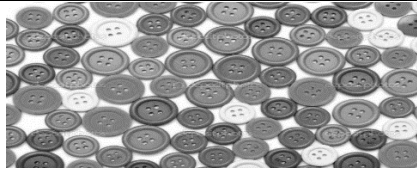


**Figura 14** – Exemplo de uma das espécies projetadas apenas o áudio para serem identificadas pelos alunos.

**Fonte:** Elaborado pelo Autor, com adaptações do Youtube.

No quarto encontro, após retomar os diferentes critérios utilizados pelos alunos para classificar os seres vivos. Na intenção de reforçar as diferentes possibilidades, e trabalhar com sentidos mais concretos ou sinestésicos, foi proposto para os alunos pensassem como classificar os variados botões. Dessa forma, os alunos foram orientados a organizar os botões e apresentá-los a toda turma, norteados pelas seguintes questões: como classificar as diferentes peças de botões? Que critérios foram utilizados? Qual a importância de se classificar tais peças? (Figura 15).

**1. VAMOS PRATICAR! CLASSIFIQUE OS BOTÕES E EXPLIQUE QUAIS CRITÉRIOS UTILIZOU PARA ORGANIZÁ-LOS.**



Fonte: <http://pt.depositphotos.com/23618853/stock-photo-colorful-sewing-buttons-background.html>

**Figura 15** – Fragmento da atividade sugerida para classificação dos objetos.

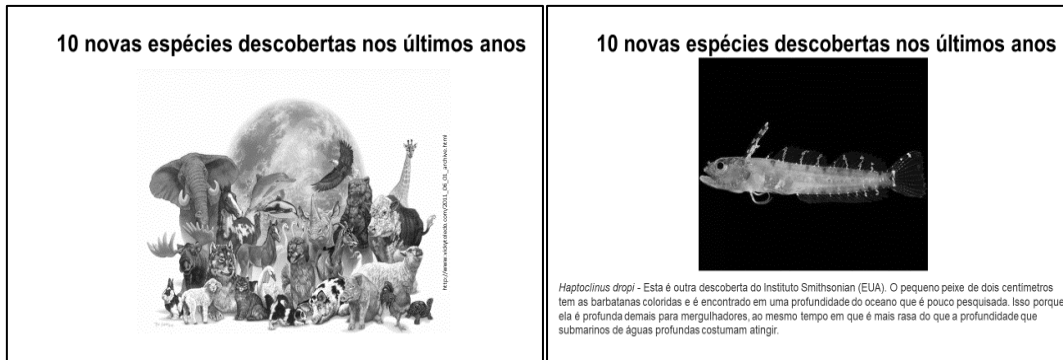
Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Diante do domínio dos alunos sobre o conceito de classificação e organização, foram propostos as discussões de dois textos de apoio, intitulados “Classificação dos seres vivos: como e por que classificá-los?” e “Panorama histórico da classificação dos seres vivos e os grandes grupos dentro da proposta atual de classificação” (APÊNDICE A). Assim, foi discutido como se desenvolveu o processo histórico de classificação dos seres vivos, desde os critérios mais remotos, propostos pelos filósofos gregos, até os mais recentes, pautados nos estudos anatômicos, bioquímicos, filogenéticos entre outros.

No quinto encontro, as atividades desenvolvidas nesse momento da Sequência foram divididas em duas partes. Na primeira etapa, sob intervenção do professor (pesquisador), foram expostos como os seres vivos estão organizados em cinco reinos: Monera, Proctista, Fungi, Plantae e Animalia, bem como, a ideia de domínios. Ainda nesta linha, destacou as regras essenciais para nomenclatura dos seres: escrito em latim, binomial, entre outras regras conhecidas. Aliás, cada aluno recebeu um texto que gerou reflexões em torno do número de espécies catalogadas ou registradas no mundo: “Humanidade conhece apenas 30% dos seres vivos que habitam a Terra”.

Nessa circunstância, para estimular e motivar a participação e interação dos alunos, foram expostos slides com as espécies descobertas recentemente, bem como, algumas com aspectos anatômicos e fisiológicos estranhos, bem como, que vivem em habitats inóspitos, conforme figura 16.





**Figura 16** – Projeção de slides com as novas espécies catalogadas nos últimos anos, ênfase nas regras taxonômicas.

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2017.

Na segunda etapa da aula, foi proposto para que os alunos desenvolvessem uma atividade na qual produziram o material e posteriormente trocariam de modo lúdico e informacional com seus pares. Dessa forma, foram produzidos CARDS pelos alunos, sobre seres vivos, contendo informações sobre: nome popular, classificação dos seres e curiosidades gerais, demonstrado na Figura 17. Com relação aos aspectos neurocognitivos, a produção dos cards, além de envolver associações cognitivas superiores atenção, criatividade, raciocínio, representação motora fina, também vinculou os fatores emocionais, pois as informações deveriam estar relacionada aos animais domésticos ou então, aos seres vivos em que o aluno tivesse afinidade ou curiosidade.



**Figura 17** – Modelo de Cards solicitado para os alunos.

**Fonte:** Elaborado pelo Autor, 2017.

Após a socialização e troca de informações sobre os CARDS os alunos foram orientados e subdivididos para a “Convenção dos Seres Vivos” que ocorreria no próximo encontro.

No sexto encontro, após várias reflexões sobre o tema vida e a classificação dos seres vivos, ficou definido que no último encontro dessa sequência didática, seria desenvolvido uma simulação de Convenção dos Seres Vivos. Os alunos foram divididos em plateia/ouvintes participantes e especialistas.

Os especialistas, organizados ao todo em cinco duplas, das quais cada uma ficou responsável por expor sobre um dos reinos, a saber: monera, protista, fungi, plantae e animalia. Assim, teriam 5 minutos para esclarecer quais as principais características de cada reino, destacar as importâncias ecológicas, exemplificar seres que pertencem e enfatizar os critérios de classificação.

Na abertura das atividades, foi reproduzido um vídeo documentário sobre a biodiversidade, para estimular visual e auditivamente os participantes do evento, além de oportunizar uma visão geral dos mais variados seres vivos e seus ambientes naturais, conforme demonstra a figura 18.



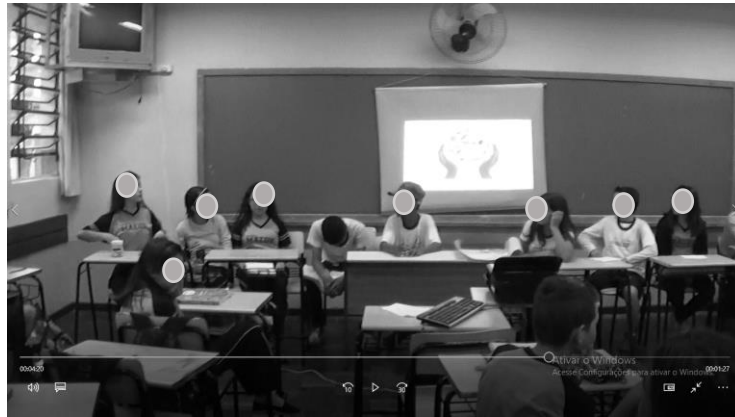
**Figura 18** – Recorte de imagens das gravações durante a Convenção dos Seres Vivos.  
**Fonte** – Elaborado pelo Autor, 2017.

A seguir as duplas começaram suas apresentações, cada qual ao seu modo, com painéis, imagens avulsas, com amostras de seres pertencentes ao seu reino (Figura 19), além de outros instrumentos para ampliar as reflexões. Vale mencionar que os “especialistas” trouxeram informações complementares, tais como: principalmente, fatos curiosos sobre a temática.



**Figura 19** – Amostra de fungos apresentadas pelos “especialistas” do Reino Fungi.  
**Fonte:** Elaborado pelo Autor, 2017.

Ao término de cada exposição, os demais alunos da turma, questionaram os “especialistas” (Figura 20) sobre os assuntos apresentados, igualmente, foi sugerido para que pensassem numa classificação alternativa dos seres vivos, além de reforçarem a importância das espécies do reino que representavam, para a manutenção e equilíbrio da vida na Terra.



**Figura 20** – Alunos interagindo na Convenção dos Seres Vivos.  
**Fonte:** Elaborado pelo Autor, 2017.

Na última fase da Convenção, além de fazer as considerações finais sobre os seus temas, os alunos também fizeram uma (auto) avaliação da atividade (APENDICE C) Ainda, como atividade final, foi sugerido que os alunos respondessem um questionário reflexivo sobre os conteúdos abordados ao longo da Sequência Didática, para realização de um feedback, bem como, produzissem um discurso criativo para informar a todos sobre os conteúdos compreendidos.

Em termos neurocognitivos, buscamos estimular os alunos a desenvolver diferentes formas de apresentação dos conteúdos, utilizando os diversos meios sensoriais e perceptivos. Além disso, também orientamos para que as exposições ocorressem de modo organizado, ou seja, fosse planejado a luz de uma apresentação onde seus colegas entendessem os seus objetivos. A SD pode ser visualizada na íntegra no Apêndice A, contudo, o Quadro 6 apresenta de forma resumida as atividades desenvolvidas, produto educativo dessa dissertação.

**Quadro 6** – Resumo das atividades da Sequência Didática

Encontros / Temática	Duração	Atividades Desenvolvidas	Objetivo de aprendizagem	Objetivo para a pesquisa
1. Participação na atividade.	2 h/a	Atividade Diagnóstica e definição dos temas geradores. Registros das Evocações da palavra geradora: VIDA; Representação Gráfica sobre VDA.	Refletir sobre os diversos conceitos de vida (aspectos biológicos, sociológicos, históricos ou culturais).	Representar graficamente e artisticamente o conceito de vida, estimulando diferentes áreas do córtex cerebral.
2- Características gerais da Vida	2 h/a	Texto / Apontamentos sobre as características gerais da vida; Classificação das características de alguns seres vivos.	Reconhecer as características gerais da vida nos textos de apoio	Relacionar e identificar as características gerais dos seres vivos, estimulando processos cognitivos superiores de associações (motoras e sensoriais), bem como, o sistema límbico (fatores emocionais), atenção e processo de memorização.
3 – Classificando os Seres Vivos – Quais são seus critérios.	2 h/a	Vídeo documentário sobre “A diversidade de animais no Pantanal”; Vídeo oculto “Sons dos animais”; Classificação aleatória dos seres vivos.	Perceber a importância da classificação dos seres vivos; Compreender que são determinados diversos critérios para classificar os seres vivos; Reconhecer que existem muitas espécies não catalogadas e outras várias extintas;	Associar os estímulos auditivos, memória e atenção a identificação dos seres vivos e ordená-los com base em processos mentais superiores associativos.

4 – A importância de classificar os seres vivos.	2 h/a	Classificando os seres projetados (critérios científicos) e organizando os vários botões.	Compreender historicamente como o ser humano classificou os seres vivos; Entender quais os critérios atuais para classificação dos seres vivos;	Identificar as características dos seres vivos em cada Reino, utilizando-se de processos cognitivos associativos, criativos e motivacionais e, por meio de memorização visual, além dos meios sensoriais táteis.
5 – Classificação e Taxonomia dos Seres Vivos – Cinco Reinos	2 h/a	Projeção dos slides sobre novas espécies e as regras para nomenclatura dos seres vivos; Caça – Palavras Temáticas Produção de “CARDS” com informações sobre diferentes espécies.	Reconhecer as regras de nomenclatura dos seres vivos e como aplica-las (exemplos analógicos para associações cognitivas superiores)	Registrar e identificar as informações elementares para catalogação dos seres vivos (atividades somatossensoriais, motoras, sensoriais e percepção); Divulgar sua pesquisa e referenciar quais itens foram valorizados na sua escolha (envolvendo aspectos emocionais e cognitivos).
6 – Compreendendo a Classificação dos Seres Vivos	2 h/a	Simulação de uma Convenção dos Seres Vivos (Dramatização). Autoavaliação das atividades desenvolvidas ao longo da Sequência Didática.	Compreender quais as características dos seres em cada um dos reinos; Desenvolver o senso crítico – reflexivo sobre os critérios e formas de classificação dos seres vivos;	Exercitar diversas áreas funcionais do cérebro e correlacionar como os processos mentais superiores da cognição.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.4 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA

Desenvolvemos a análise dos dados de acordo com os pressupostos teóricos e metodológicos da Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2007). Construído por etapas minuciosas, ATD se configura como uma metodologia que requer do pesquisador a atenção e a rigorosidade em cada momento da produção, isto é, seu exame nos mínimos detalhes.

No que tange aos aspectos conceituais, Moraes (2003, p. 192, grifo nosso) destaca que a ATD,

[...] pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: desconstrução do corpus, a **unitarização**, o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a **categorização**, e o captar do **novo emergente (metatexto)** em que nova compreensão é comunicada e validada.

Diante do reconhecimento dos componentes, passamos a compreender a unitarização, ou seja, o processo de desconstrução do corpus. Esse momento caracteriza-se por uma leitura profunda e cuidadosa dos dados, que culmina na separação por unidades significativas. Conforme Moraes e Galiazzi (2007, p. 115):

Mais do que propriamente divisões ou recortes as unidades de análise podem ser entendidas como elementos destacados dos textos, aspectos importantes destes que o pesquisador entende mereçam ser salientados, tendo em vista sua pertinência em relação aos fenômenos investigados. Quando assim entendidas, as unidades estão necessariamente conectadas ao todo.

Nesta fase, o pesquisador apresenta diversas perspectivas e olhares para os dados, assim constrói várias interpretações para um mesmo registro escrito. Vale destacar que o corpus, supracitado, pode ter sido tanto produzido para a pesquisa, como pode ser documentos já existentes. Nesse caso específico, esta pesquisa encaixa-se no primeiro grupo, pois o corpus foi produzido a partir das atividades desenvolvidas na Sequência Didática.

As unidades de significado ou de sentido, surgem da desconstrução dos textos, assim formam as unidades de análise (MORAES, 2003). Em termos práticos, o próprio Roque (2003) elencou três momentos distintos para ser concretizado a unitarização, a saber: a) fragmentação dos textos e codificação de cada unidade; b) reescrita de cada unidade de modo que assuma um significado o mais completo possível em si mesma; c) atribuição de um nome ou título para cada unidade assim produzida.

Superada a fase de unitarização, inicia-se a categorização, ou melhor, a comparação constante entre as unidades definidas. “A categorização, além de reunir elementos semelhantes, também implica nomear e definir as categorias, cada vez com maior precisão, na medida em que vão sendo construídas” (ROQUE, 2003, p. 197).

De modo geral, toda categorização implica uma teoria, entretanto, esse olhar teórico pode estar explícito ou não. Nesse âmbito, as categorias são a priori, quando as teorias são assumidas antes da análise dos dados. Por outro lado, temos as denominadas categorias emergentes, quando o pesquisador examina seus dados com base em seus conhecimentos tácitos, não assumindo nenhuma teoria a priori (MORAES, 2003).

Se no primeiro momento, ocorre a fragmentação ou a quebra do texto em unidades de significados ou sentidos, na categorização, segundo Roque (2003), ocorre o inverso, ou seja, são estabelecidas relações, semelhanças, produção de uma nova ordem e uma nova síntese. Ainda Roque (2003, p.201, grifo nosso) corrobora os argumentos anteriores, destacando que,

A pretensão não é o retorno aos textos originais, mas a construção de um novo texto, um **metatexto** que tem sua origem nos textos originais, expressando um olhar do pesquisador sobre os significados e sentidos percebidos nesses textos constitui um conjunto de argumentos descritivo-interpretativos capaz de expressar a compreensão atingida pelo pesquisador em relação ao fenômeno pesquisado, sempre a partir do corpus de análise.

A produção do metatexto, na ATD é considerado o ponto central nesse tipo de análise metodológica. Conforme Moraes e Galiazzi (2007, p.89):

A Análise Textual Discursiva pode ser caracterizada como exercício de produção de metatextos, a partir de um conjunto de textos. Nesse processo constroem-se estruturas de categorias, que ao serem transformadas em textos, encaminham descrições e interpretações capazes de apresentarem novos modos de compreender os fenômenos investigados.

A validade e a confiabilidade de um metatexto ocorre ao longo de seu processo de desenvolvimento. Assim, o rigor de cada uma das fases anteriores, unitarização e categorização, são essenciais para a produção de um novo texto válido e confiável. Dentro dessa perspectiva, Roque (2003, p. 207), salienta que,

[...] um metatexto, mais do que apresentar as categorias construídas na análise, deve constituir-se a partir de algo importante que o pesquisador tem a dizer sobre o fenômeno que investigou, um argumento aglutinador ou tese que foi

construído a partir da impregnação com o fenômeno e que representa o elemento central da criação do pesquisador.

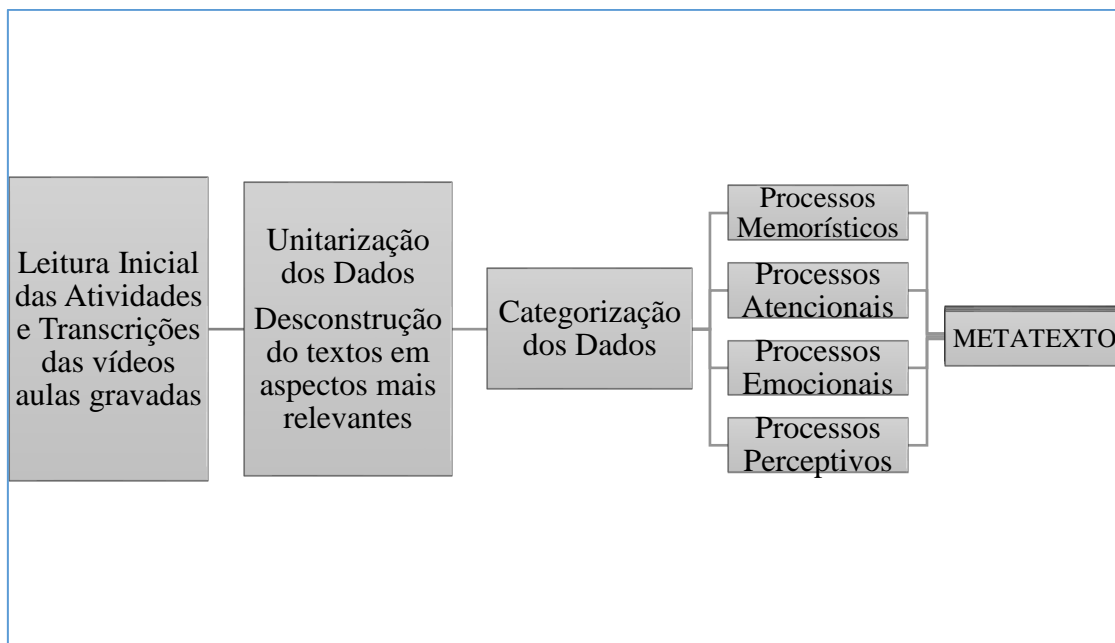
Vale a pena reforçar que o metatexto necessita ser constantemente reorganizado e aperfeiçoado, pois exige de modo geral, permanente reconsideração em relação a sua própria estrutura, bem como, aos seus argumentos. Nesse sentido, na próxima seção, passamos a expor os resultados e as discussões à luz da análise textual discursiva.

Nesse seguimento, para realização da ATD, em primeiro lugar, para construir o corpus, foi realizada uma minuciosa revisão literária relacionadas à neurociência, bem como, sobre as teorias do desenvolvimento cognitivo. Além disso, o passo seguinte, foi desenvolver uma Sequência Didática (SD), numa turma do Educação Básica, a uma turma do sétimo ano do Ensino Fundamental, com diversas atividades que proporcionassem reflexões tanto no campo dos conceitos neurocognitivos, como nas abordagens cognitivas do conhecimento.

Diante da coleta realizada, passamos a expor as fases da ATD (sintetizadas no organograma da figura 21):

1. Iniciamos fazendo a transcrição parcial das aulas videogravadas (áudio e imagens) da SD (APENDICE B), vale salientar, que as gravações focaram a turma como um todo e não as atividades em grupos ou individualizadas. A seguir, realizamos uma minuciosa leitura das atividades produzidas ao longo da coleta dos dados;
2. Desconstrução do corpus, a unitarização: assim, após a leitura buscamos evidenciar os aspectos que consideramos mais relevantes, ou seja, separando qualitativamente os elementos pertinentes aos fenômenos ou fatos que darão suporte a categorização.
3. Em termos práticos, categorizamos a priori, as informações refinadas em aspectos neurocognitivos evidenciados (explícitos), vinculados a cognição: memória, atenção, emoção e percepção.
4. Desenvolvido dos textos originais, como, expressando o nosso olhar sobre os significados e sentidos percebidos, a produção do metatexto se deu ao longo das análises das categorias, ou seja, nas análises de cada encontro, na qual oportunizou percepções diferenciadas que corroboraram ou não os objetivos iniciais, ou responderam parcialmente as problematizações.





**Figura 21** – Organograma simplificado das etapas da ATD (Adaptação Moraes e Galiazzi, 2007)

Fonte: Elaborado pelo autor.

---

**ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES**

---

**4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES: OS PROCESSOS NEUROCOGNITIVOS IMPLÍCITOS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E EXPLÍCITOS NAS ATIVIDADES PRODUZIDAS**

Neste capítulo são apresentados os resultados e as discussões sobre os processos neurocognitivos implícitos na Sequência Didática, como possíveis reflexões que podem auxiliar a organização de Ensino de Ciências, igualmente, os resultados explícitos, ou seja, nas diferentes atividades produzidas pelos alunos. Dessa maneira, dividimos em seis seções, na qual passamos a expôr as atividades produzidas pelos alunos durante a coleta de dados, assim como, as inferências a partir daí obtidas.

**4.1.1 Participação na Atividade**

O primeiro encontro foi marcado por atividades que buscaram compreender os conhecimentos prévios dos alunos, a respeito dos conhecimentos biológicos sobre o tema gerador vida. Assim, ao propor evocações e representações gráficas e artísticas na SD, buscamos estimular diferentes áreas associativas o córtex cerebral, que estão diretamente vinculadas as capacidades de associar informações sensoriais à memória e à cognição, de modo a formar conceitos sobre o mundo e sobre nós mesmos e orientar nosso comportamento (LENT, 2010).

Seguindo as ideias de Zabala (1998), ao desenvolver as atividades iniciais variadas, evidenciamos as relações interativas entre professor/aluno, aluno/aluno, bem como, as influências desses conteúdos nas relações mencionadas.

As respostas advindas dos alunos estavam direta e indiretamente ligadas as concepções sobre o termo vida, aflorando diversas palavras que permeiam o conceito em seus aspectos biológicos, culturais e sociais. A maioria das evocações relacionaram-se ao ciclo da vida, bem como, as atividades biológicas essenciais para a manutenção da vida (conforme tabela 1).

**Tabela 1** – Evocações dos alunos sobre o tema Vida

<b>Alunos</b>	<b>1ª Evocação</b>	<b>2ª Evocação</b>	<b>3ª Evocação</b>
<b>A1</b>	Ciclo	Morte	Matéria
<b>A2</b>	Saúde	Viver	Família
<b>A3</b>	Alegria	Reprodução	Morte
<b>A4</b>	Respiração	Movimento	Morte
<b>A5</b>	Células	Respiração	Seres
<b>A6</b>	Saúde	Energia	Ar
<b>A7</b>	Ciclo da Vida	Humano	Crescer
<b>A8</b>	Alimentação	Exercícios	Energia
<b>A9</b>	Nasce	Morre	N/R*
<b>A10</b>	Corpo	Saúde	Corpo
<b>A11</b>	Amor	Família	Tudo
<b>A12</b>	Felicidade	Saúde	Esperança
<b>A13</b>	Energia	Sombra	Susto
<b>A14</b>	Família	Amor	Filhos
<b>A15</b>	Andar	Mover	Respirar
<b>A16</b>	Crescer	Envelhecer	Morrer
<b>A17</b>	Ciclo da Vida	Crescimento	Morte
<b>A18</b>	Nascer	Viver	Morrer
<b>A19</b>	Plantas	Romance	Vida
<b>A20</b>	Oxigênio	Morte	Nascer
<b>A21</b>	Viver	Feliz	Amor
<b>A22</b>	Reprodução	Criação	Morte
<b>A23</b>	Sobreviver	N/R	N/R
<b>A24</b>	Nascer	Reproduzir	Morrer
<b>A25</b>	Saúde	Diversão	Felicidade
<b>A26</b>	Respiração	Pulmão	Energia
<b>A27</b>	Importante	Cuidado	Viver
<b>A28</b>	Corpo Humano	Coração	Felicidade

\*N/R: Não Registrou

**Fonte:** Elaborado pelo Autor, 2017.

Saliento a atenção e a efetiva participação dos alunos, principalmente diante do fato de que em seguida iriam expor as evocações e sentimentos sobre o termo gerador: Vida. O fato de expor sensações e expressões rápidas gerou uma certa ansiedade nos alunos, principalmente para os primeiros a verbalizar suas palavras, porém, quando perceberam que existia uma sintonia entre os termos, logo, começaram a questionar algumas colocações dos colegas.

Resguardando as devidas subjetividades ou personalidades, muitos alunos sentiram-se à vontade para expor suas ideias e conceitos, e questionar construtivamente

seus pares. Em muitos casos, as dúvidas e as motivações estavam vinculadas as palavras ou sentimentos soltos, relacionados com o conceito de vida, como por exemplo: sentido, segredo e liberdade.

Ao recorrermos as definições científicas do conceito de vida, compreendemos que estas percorrem os campos internalistas e os externalistas. Se reportando a Rodrigues (2016, p. 27) “Internalistas no que se refere às construções mentais oriundas do sujeito. Externalistas quando é o objeto do mundo externo do sujeito que permite invocar a organização do pensamento correspondente a este objeto”.

Neste sentido, as evocações registradas pelos alunos (A1, A3, A4, A7, A9, A16, A17, A18, A20 e A24) se aproximam das concepções externalistas, que segundo Leite (2013) ao definir o conceito de vida, buscaram as características definitórias do objeto. Assim, ao aproximar a definição de vida em categorias que compreendem o ciclo da vital, as palavras apontadas convergem para as concepções aristotélicas, ou seja, “vida é aquilo pelo qual um ser se nutre, cresce e perece por si mesmo (ARISTÓTELES, DA ALMA, apud RODRIGUES, 2016).

Numa concepção evolucionista, o conceito de vida está vinculado a capacidade dos seres vivos em produzir cópias de si mesmos, expostas pelos alunos (A3, A14, A22 e A24). Assim, Dawkins (1979, p.40) complementa que “o gene é entendido como unidade de seleção e é ele que, sofrendo a ação da seleção natural, sobrevive ao longo das gerações. Os organismos são máquinas de sobrevivência dos genes”.

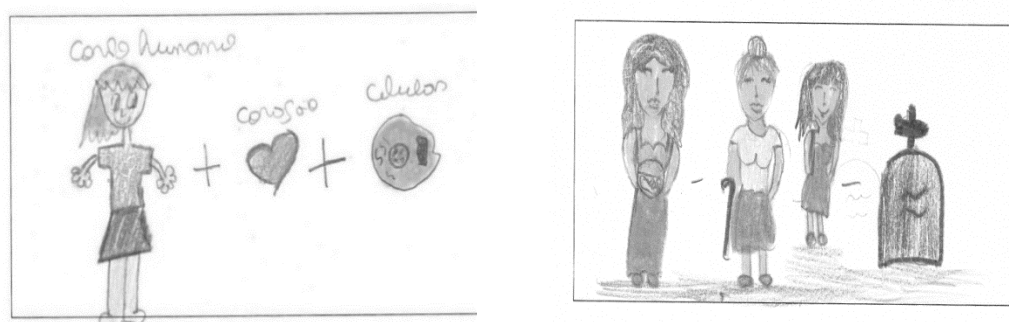
No que diz respeito a avaliação da aula inicial, alguns alunos evidenciaram a dificuldade em compreender a atividade, pois estavam acostumados com atividades programadas, e o fato de ter que pensar evocações e repensar o conceito de vida de uma maneira diferente, foi uma tarefa difícil. Por outro lado, muitos alunos destacaram que desta maneira poderiam construir o conceito de vida de modo subjetivo, ou seja, com suas próprias palavras, como também aproveitar das informações pronunciadas pelos seus colegas de turma.

As evocações mencionadas pelos alunos nos remetem a refletir sobre os aspectos neurocognitivos e de aprendizagem. Por envolver evocações livres e espontâneas, os alunos destacaram palavras que estão registradas nas memórias de longa duração, bem como, vinculadas aos fatores emocionais, conforme pode ser observado nas evocações

dos alunos: A3 (ALEGRIA), A11 (AMOR), A12 (FELICIDADE), A14 (AMOR), A21 (FELIZ e AMOR), A25 (FELICIDADE) e A28 (FELICIDADE). Retomando Bear, Connors e Paradiso (2008), a memória de longo prazo são aquelas informações retidas e recordadas por dias, meses ou anos, de modo explícito ou implícito, que podem ser consolidadas por repetições, estímulos sensoriais variados ou ainda, associado aos fatores emocionais.

Para ampliar as reflexões em torno dos aspectos emocionais, vale mencionar Kandel et. al (2014), que evidencia emoções como respostas comportamentais e cognitivas automáticas, geralmente inconscientes, disparadas quando o encéfalo detecta um estímulo significativo. Consequentemente, ao solicitar prontamente as evocações dos significados e sentidos aos alunos, manifestaram tais características elencadas pelo autor. Ainda nesse contexto, e associando aos aspectos da aprendizagem, Damásio (2001, p. 781) conclui que “as emoções desempenham papel fundamental na cognição, apesar de não serem atos racionais, são elas que, através dos sentimentos, desencadeiam o processo cognitivo”.

Diante das manifestações escritas, verbais e a socialização dos termos, no intuito de estimular diferentes áreas do cérebro, os alunos produziram representações artísticas sobre a temática, coordenando, funções cerebrais superiores, tais como: percepção, atenção, memória, estímulos psicomotores e a criatividade, conforme ilustrada na figura 22. Por isso, além de ser fruto de uma ação motora, os desenhos manifestam ritmos biopsíquico, proveniente de fatores internos imperiosos. De modo geral, o desenho requisita uma postura global, que envolve enfoque psíquico ou pela análise da linguagem gráfica ou simbólica (SIO, 2004).

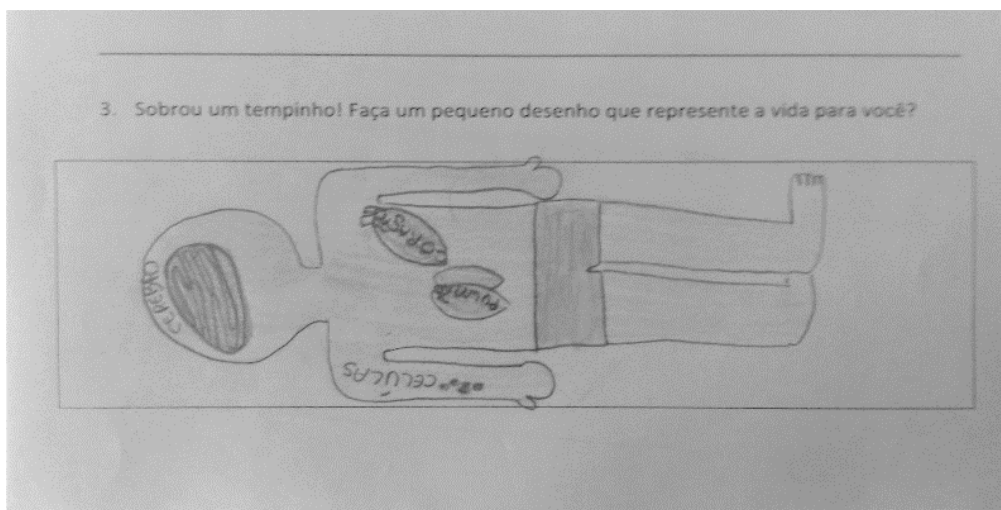


**Figura 22.** Representações realizadas pelos alunos sobre o tema Vida

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Ainda nessa linha de pensamento, as imagens podem ser construídas do exterior do cérebro para o interior, vinculado com qualquer modalidade sensorial, não somente de ordem visual, ou então, do interior para exterior, ou melhor, quando se trate de reconstruir os objetos ou qualquer imagem com base na memória. (DAMÁSIO, 2004).

Alguns alunos relacionaram e suas projeções a vinculação do cérebro, como órgão responsável pela vida e pelo controle de atividades vitais, segundo o recorte da atividade demonstrada na figura 23, produzida pelo aluno A23, quando solicitado para que representasse com um desenho o que é vida.



**Figura 23** – Representação sobre o que é vida.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

#### 4.1.2 Características gerais da vida





No intuito de confrontar os conhecimentos prévios dos alunos, passamos a buscar teoricamente e refletir sobre as características gerais da vida, na perspectiva científica. Por esse ângulo, trabalhamos com um texto (síntese) sobre “As características gerais da vida”, ou seja, com termos e conceitos biológicos, tais como: nutrição, respiração, reação, reprodução e metabolismo. Como objetivo para pesquisa, implícitos na SD, a organização de atividades que envolvem o contexto social e emocional, tanto nas produções quanto nas autoavaliações dos alunos, percebemos associações entre fatores emocionais e memorísticos, valorizando a intervenção.

À vista disso, após registros, apontamentos e reflexões variadas, os alunos desenvolveram as atividades propostas, dentre as quais tiveram que demonstrar quais características são inerentes aos seres vivos, conforme demonstrado na figura 24.

ANEXO DO PLANO DE AULA II-B  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA  
Nome: \_\_\_\_\_ UCAC: \_\_\_\_\_ nº: \_\_\_\_\_  
Turma: 7º ano B Data: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
PCM

ATIVIDADES PLANO DE AULA II

que os seres vivos possuem algumas características específicas, classifique os  
vivos conforme o modelo que se pede:

	Nutrição: <u>heterôtrofo (não produz seu próprio alimento)</u> Reprodução: <u>Sexuada</u> Respiração: <u>Aeróbico</u> Reação: <u>Sensibilidade, Capaz de reagir, movimentação</u>
	Nutrição: <u>Heterotrofo</u> Reprodução: <u>Sexuada</u> Respiração: <u>Aeróbico</u> Reação: <u>Sensibilidade, ataque, movimentação</u>
	Nutrição: <u>Autotrofico</u> Reprodução: <u>assexuada</u> Respiração: <u>Anaeróbico</u> Reação: <u>Sensibilidade</u>
	Nutrição: <u>heterotrofo</u> Reprodução: <u>assexuada</u> Respiração: <u>Aeróbico</u> Reação: <u>Sensibilidade, movimentação</u>

**Figura 24** –Atividade aplicada e desenvolvidas pelos alunos sobre características gerais da vida.

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2017.

Como estratégia neurobiológica, para cada ser específico, os alunos tiveram que relacionar a uma função biológica compreendida, assim, estimulando regiões cerebrais vinculadas a percepção, atenção e associações da memória e raciocínio, conforme demonstrado na figura 24 e nas atividades nos apêndices. Mesmo que, em alguns momentos alguns confundiram as características biológicas dos seres vivos, os níveis de atenção e cuidado para preencher as lacunas demonstravam o envolvimento de todos.

Ao término das atividades e dos seres vivos sugeridos, ampliamos as reflexões para que os discentes realizassem projeções de seus animais ou seres de estimação para

envolver aspectos emocionais (sentimentos e sentidos), os quais agem sobre o sistema límbico dos mesmos. Na autoavaliação realizada pelo aluno A12, “ao falar ou escrever sobre meu animal de estimação, me sinto, mais animada para explicar”. Tais ações, são corroboradas e explicitada por Parolin (2007), quando acentua que aprender está diretamente relacionado a um clima emocional favorável. A qualidade da relação e a temperatura emocional que ocorrem as mediações da aprendizagem são essenciais.

#### 4.1.3 Classificando os seres vivos: quais são os seus critérios?

A partir do terceiro encontro, buscamos relacionar conteúdos que direcionassem a aprendizagem sobre características gerais da vida e a classificação dos seres vivos. Desse momento, as atividades desenvolvidas na SD apresentaram fortes elementos que corroboraram as buscas em torno das contribuições das neurociências para a aprendizagem.

Nesse cenário, o encontro foi dividido em dois momentos, sendo o primeiro, a reprodução do vídeo sobre a “Diversidade de Animais no Pantanal”. No entanto, pouco antes abrimos as reflexões em torno da temática, referenciando quais as concepções dos alunos sobre o termo “classificação”. Dessa forma, o fragmento da transcrição das gravações a seguir, esclarece algumas percepções prévias dos mesmos:

[...] **Professor:** o que é classificar e para que serve?

**Aluno A23:** “é uma forma de separar espécies e ajudar, igual a abelha, tem a abelha normal e a rainha”

**Aluno A04:** “é separar as espécies de acordo com sua raça, por exemplo temos cachorros de muitas raças”

**Aluno A06:** “é separar e ajeitar as espécies”

**Aluno A16:** “serve para saber a ordem, posição”.

**Professor:** Como vocês classificariam a nossa turma?

**Alunos:** “por tamanho, por fila, por idade, meninos e meninas, quem usa óculos e não usa, quem está de boné ou não”

**Professor:** “então nós podemos utilizar vários critérios (formas) para classificar! Ok!”.

**Professor:** Eu posso classificar o A17 no mesmo grupo daquela árvore ali fora?

**Alunos:** “não”

**Aluno 08:** “mas a árvore e o A17 podem ser classificados como ser vivo e outras coisas como não vivos, não é!”.

Diante do diálogo prévio, após o comando do professor, no qual solicitou que os alunos registrassem, ao longo do vídeo, o máximo de seres vivos que eles poderiam



identificar ou mesmo os que conheciam. Ao término, retomamos as reflexões, conforme trechos a seguir:

**Professor:** Diante dos seres vivos que vocês registraram no caderno, agora utilizando de um critério seu (pode ser qualquer um), classifique esses seres?

....

**Aluno A11:** “eu classifiquei os seres por aquáticos, terrestres e aéreos”

**Aluno A22 :** “classifiquei por predadores ou não”

**Aluno A05:** “usei o critério de nutrição: herbívoro, carnívoro”.

**Professor:** Bom! Para identificar os seres e depois classifica-los vocês utilizaram um dos sentidos, qual?

**Alunos:** “a visão”.

As diferentes percepções e associações realizadas nas classificações propostas pelos alunos, referenciadas nos diálogos supramencionados, demonstram o quanto os recursos visuais, neste caso específico, os vídeos podem contribuir positivamente para a consolidação da aprendizagem. Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006, p. 260) sintetizam o quanto a percepção visual pode ser fundamental para a cognição,

[...] a percepção visual é uma via eficiente para o reconhecimento e a interação com o mundo, além disso, a visão proporciona um meio saliente para um dos objetivos mais essenciais da percepção: o reconhecimento co-específico. Os aspectos da percepção orientados aos objetivos – isto é, que usamos a visão para orientar nossos movimentos, manipular ferramentas ou reconhecer – também ressaltam os aspectos seletivos da cognição.

Ainda neste contexto, consideramos a percepção visual não só como um complexo ato neurocognitivo, como também um sentido fundamental para a organização das informações e suas correlações nos processos cognitivos superiores (MUNIZ, 2014).

Características como cor, forma, movimento são processadas em consonância com outras diferentes vias neurais. Desse modo, o segundo momento do terceiro encontro, envolveu atividades que exigiu associações auditivas dos discentes. Assim, conforme os sons foram sendo reproduzidos os alunos escreviam em seu caderno os possíveis animais e posteriormente, os classificavam conforme seus critérios estabelecidos. A seguir, passamos a indagar sobre as atividades audiovisuais realizadas, conforme pode ser visualizado no trecho da transcrição a seguir,

**Professor:** Bom! E daí pessoal, com o vídeo (visão) e o áudio (som) ficou mais fácil ou difícil poder classificar os animais?

**Aluno A03:** “Bem mais fácil, porque posso usar o som que ele produz e separar pela forma do seu corpo, por exemplo: pombo (aves) e o camelo e o boi em outro grupo”.

**Aluno A05:** “Ficou mais ou menos fácil, se você já souber o animal que produz o som sim, é só lembrar, mas senão souber fica meio perdido”

**Aluno A22:** “Tem que ficar bastante atento para perceber e depois colocar as informações que são parecidas entre os animais”

**Aluno A11:** “até que achei fácil, mas perceber exatamente os sons que os animais produzem não é nada simples...ah...por falar nisso... tenho uma curiosidade, por que animais produzem esses sons? E será que eles conseguem se comunicar igual os humanos?”

**Aluno A18:** “ficou mais fácil, mas tem alguns animais que tem uns sons assustadores né! O corvo e o lobo, credo, dá um medo só de ouvir!”

Em consonância com a visão, as associações auditivas são elementares para a cognição. Neste sentido, compreendemos que a percepção auditiva tem diversas funções no processo de aprendizagem, pois se constitui num meio de interação entre o sistema nervoso e o ambiente. Assim, Fuentes (2008, p.138) corrobora tais argumentos, destacando que,

Os estímulos auditivos são decompostos em propriedades essenciais e o fluxo de informação se dirige aos lobos temporais: se verbal, ao lobo temporal dominante; se não-verbal, ao lobo temporal não-dominante. Em seguida, essas informações se dirigem às áreas associativas – temporais secundárias e parietais -, onde são integradas as informações de outras modalidades sensoriais e interpretadas pelo cérebro juntamente aos pensamentos e às memórias. A partir desses processos de percepção é construída a consciência.

Diante das exposições de Fuentes, podemos perceber nas falas dos alunos as correlações ou integrações entre percepções visuais e auditivas. Para embasar tais associações, Stralio (2001), complementa que a inteligência pode ser desenvolvida pela audição, já que cada código sonoro representaria um espaço ativado no cérebro, com a finalidade de reter a informação. O próprio autor, reforça que quanto maior o número de sons que o indivíduo ouvir, maiores serão as associações e consolidações das memórias.

Ademais desses fatores, os alunos também evidenciaram os aspectos emocionais nos diálogos, especificamente, “O corvo e o lobo, credo, dá um medo só de ouvir” (ALUNO A18). Sobre esse tema, De Paula (2006, 12), conclui que,

A seleção de cada informação e seu destino no córtex cerebral é feita por uma complexa avaliação interna e muitos neurônios em nosso cérebro respondem a estímulos dos quais não estamos conscientes. Música, fala, ruídos, cada um segue um circuito especial, voltando a se unirem na região sensória associativa. O fato de haver circuitos diferente dada à natureza do som é tema de pesquisa no mundo inteiro. Mostrando que o som é desmembrado em camadas segundo sua composição. Assim, podemos ouvir uma voz conhecida ainda que estejamos num ambiente repleto de ruídos, música ambiente e outros estímulos sobrepostos. Podemos focar a atenção numa parte, em várias, ou em todas as fontes sonoras num dado momento. Perceber e sentir se nos são agradáveis, ou não.

De certo, o uso do áudio no processo de ensino e aprendizagem é de grande valia, principalmente no campo das ciências naturais. Os estímulos auditivos influenciam diretamente a cognição, alguns fatores são bem marcantes, a saber: podem aplicar tais conhecimentos na vida prática ou cotidiana, complementar o conhecimento teórico abstrato, ajudam a compreender os diferentes elementos sonoros que nos rodeiam e também é muito produtivo o fato de complementar as captações sonoras com outros tipos de percepções (SOLER, 1999).

#### 4.1.4 A importância de classificar os seres vivos

Compreender quais os critérios de classificação ao longo da história da humanidade, foram os objetivos do quarto encontro. Na intenção de demonstrar que os critérios de classificação dos seres vivos foi (e continua sendo), uma criação do ser humano, foi proposta uma atividade que envolvesse pensamento lógico, percepção visual e tátil, no intuito de auxiliar a classificação por parte dos alunos.

Como estratégia de Ensino de Ciências, proposta na SD, buscamos associar diferentes processos perceptivos, que envolviam fatores multissensoriais. Assim, a turma foi dividida em grupos, dos quais receberam botões variados (cores, tamanhos e estruturas), no qual deveriam classificar de acordo com os critérios estabelecidos pelo grupo e, fundamentar tais divisões, conforme figura 25 e os diálogos transcritos a seguir.



**Figura 25** – Alunos classificando os botões conforme seus critérios.

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2017.

Além dos diversos estímulos neurais, buscamos explorar duas percepções integradas, a visual e a tátil. Ao classificar os botões por meio das formas, e das cores, os

alunos utilizam diferentes categorias de comparação. Por esse ângulo, para refletir sobre tais ações, evidenciamos o modelo de Warrington, que propôs um modelo anatômico das operações cognitivas necessárias para o reconhecimento de objetos. Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006, p. 236, grifo nosso), sintetizam os aspectos elementares desse modelo,

[...] Considera-se que o processo visual inicial envolve ambos os córtices occipitais. Subsequentemente, a primeira operação categórica, a **categorização perceptiva**, é invocada. As informações perceptivas são comparadas as representações armazenadas dos objetos visuais, uma etapa do processamento essencial para lidar com a variabilidade da informação sensorial. O sistema visual deve distinguir entre as fontes idiossincrásicas de informação, tais como os padrões de sombreamento, e as que fornecem fontes invariantes de informação. Essa etapa, associada ao processamento no hemisfério direito, pode ser caracterizada como pré-semântica, no sentido de podermos reconhecer duas figuras que apresentam o mesmo objeto, sem sermos capazes de nomear esse objeto ou descrever sua função. Para fazer isso, é necessária a segunda categorização, a **categorização semântica**, que depende do hemisfério esquerdo. Nesse hemisfério, a informação visual é ligada ao conhecimento armazenado na memória de longa duração, que relaciona o nome e a função daquela informação.

Ao ampliar as reflexões em torno dos aspectos cognitivos que envolveram as classificações dos botões, percebemos que não foi uma simples atividade associativa a esmo, mas que estimulou um completo e complexo sistema de associações perceptivas e de memória, conforme pode ser observado no trecho da transcrição a seguir,

**Comando Professor:** Bom, vamos lá pessoal! Agora que vocês estão divididos em grupos e, cada grupo tem 200 botões aleatórios em cada uma dessa caixinha, vocês terão que ordenar ou classificar de acordo com os critérios escolhidos pelo grupo. Em seguida cada grupo apresenta como ficou a organização dos botões e por que escolheram fazer uma organização assim.

...

**Professor:** Bom e daí pessoal, como ficou a classificação de vocês e quais os critérios utilizados?

**Alunos do grupo 1: A12** “classificamos os botões pelo tamanho, desse lado os botões maiores, aqui os menores e esses aqui os menores, e escolhemos por achar mais fácil identificar depois”

**Alunos do grupo 2: A02** “organizamos os botões de acordo com as cores, deste lado as cores mais quentes e do outro as cores mais frias, aprendemos semana passada esses negócios de cores, daí achamos que ficaria mais fácil de entender.

**Alunos do grupo 3: A19:** “classificamos os botões pelo número de furos, isso que percebemos. Aqui estão os botões com dois furos, para passar linhas, estes aqui têm três furos, e estes aqui quatro furos. Assim, ficou mais fácil

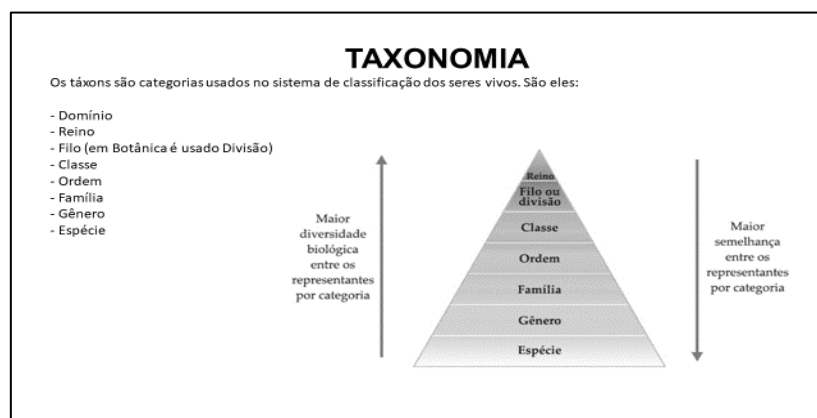
**Alunos do grupo 4: A23:** “os botões foram classificados de acordo com as cores, fizemos uma organização entre os mais claros e os mais escuros, depois ainda, divididos os mais claros em coloridos ou diferentes. Ficou mais fácil para o grupo perceber as diferenças.

Posto que, sobre as atividades com a classificação dos botões, alguns alunos se reportaram aos aspectos táteis dos objetos. As percepções táteis oferecem a nosso cérebro variados tipos de informações procedentes tanto dos meios internos, quanto externos. Ao refletir sobre esses aspectos, o mesmo autor, nos apresenta o conceito de estética tátil, que se refere, “ao fato de saber identificar texturas, formas e tamanhos para cada situação representacional” (SOLER, 1999, p.62).

No ensino de ciências naturais, a percepção tátil pode contribuir significativamente, pois através deste sentido, podemos perceber uma grande quantidade de dados relacionados as formas, texturas, tamanhos, análise de partes, pesos, volumes, pressão, densidade e outros aspectos (SOLER, 1999).

#### 4.1.5 Classificação e taxonomia dos seres vivos: os cinco reinos.

No quinto encontro, a proposta pedagógica foi discutir sobre como os seres vivos são classificados nos reinos biológicos e, suas divisões. Assim, apresentamos por meio de projeções de slides, as regras de nomenclatura e as subdivisões em Domínios, Reinos, Filos, Classes, Ordens, Famílias, Gêneros e Espécies, conforme ilustrado na figura 26.



**Figura 26:** Slides apresentado a turma sobre os táxons.

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2017.

Após a exposição dos critérios científicos estabelecidos para a classificação dos seres vivos, passamos as atividades desenvolvidas pelos alunos. Nesse momento, os alunos produziram os “cards”, cartões informativos sobre os seus animais favoritos ou de estimação (conforme figura 27).



**Figura 27** – Exemplos de cards produzidos pelos alunos.

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2017.

Os temas vinculados a sistemática e taxonomia são considerados temas complexos, pois exige o raciocínio organizado e mais amplo dos alunos. Neste sentido, numa abordagem escolar, a utilização da Sistemática Taxonômico em sala de aula pode auxiliar na superação do entendimento de algumas concepções de senso comum que trazem os alunos acerca do conhecimento biológico (SANTOS; CALOR, 2007) e permite também que os estudantes entrem em contato com o desenvolvimento do conhecimento científico.

As alternativas metodológicas propostas neste momento da Sequência Didática, buscou evidenciar a aproximação dos estudantes com a elaboração do conhecimento científico, não sendo esse conhecimento somente colocado como algo distante da sala de aula, e sim mostrado por meio dos conteúdos trazidos pela Sistemática e Taxonomia Biológica.

Ao desenvolver as atividades com os cards, para além do livro didático, buscamos aproximar conhecimento científico organizado com os sentimentos e as emoções dos alunos, buscando estimulá-los a conhecer mais e melhor seus animais de estimação, além disso, expor aos colegas curiosidades e afetividades. Cosete Ramos (2009, p. 154), valida tais argumentos, reforçando que “o ato de aprender necessita de um clima afetivo (emocional) que seja propenso à alegria, à motivação interior, à descontração, a afetividade, à troca de experiências, tornando o processo de ensinagem prazeroso e agradável”.

Assim sendo, sem afetividade, não há interesse e a consolidação da aprendizagem é comprometida. Dessa maneira, segundo Piaget (1977, p. 16) “vida afetiva



assimilação funcional, no exercício das ações individuais já aprendidas, um sentimento de prazer pela ação lúdica e o domínio sobre as ações.

#### 4.1.6 Compreendendo a classificação dos seres vivos

No sexto e último encontro da SD buscamos desenvolver uma atividade que envolvesse o máximo das funções cerebrais, consideradas, superiores. Conseqüentemente, propomos a simulação de uma convenção, denominada “Convenção dos Seres Vivos”, na qual os alunos poderiam apresentar seus argumentos com recursos variados e utilizando conforme descrito no item 4.3 deste trabalho.

Os objetivos para pesquisa propostos neste momento da SD, tanto auxiliaram no processo de ensino, ou seja, na organização de atividades variadas, quanto contribuíram diretamente para a aprendizagem dos alunos. A seguir, passamos a apresentar os trechos das gravações realizadas antes e durante a convenção.

**Comando do professor:** Cada dupla terá um tempo estipulado para apresentar seu Reino e as informações sobre cada um deles. Mas antes de iniciar, vamos reproduzir um vídeo destacando o tema biodiversidade, que ilustrará praticamente exemplares de cada um dos reinos, a seguir começam as explicações.

**Alunos Representantes do Reino Monera:** “podemos fazer algumas perguntas para vocês? Existem mais bactérias ou células no corpo humano? Vocês sabem quantas bactérias existem no nosso corpo? Existem mais bactérias ruins ou boas no nosso corpo? Qual a importância das bactérias, se elas não existissem as pessoas existiriam?”

**Aluno A23:** “ah sei lá, acho que mais ruins! Nossa fiquei confuso.

**Aluno A05:** “Existem mais células né, senão a gente ia ser bactérias e não pessoas (risos)”

**Aluno A21:** “Quantas bactérias? Nossa uns 2 bilhões, eu acho!

**Aluno A22:** “Acho que ia ter muitos problemas, por que as bactérias ajudam o nosso corpo e também come as coisas mortas”.

**Alunos Representantes do Reino Monera:** “se quiserem ver imagens de alguns tipos de bactérias, imprimimos algumas coloridas, estamos passando ok! Fica mais fácil para entender alguns tipos”.

**Professor:** Então para finalizar a apresentação de vocês, qual a importância das bactérias?

**Alunos Representantes do Reino Monera:** “Ah é essencial para a vida, são elas que ajudam a produzir alguns alimentos (queijo, iogurte), também fazem parte do nosso corpo, que sem elas não funcionaria, por exemplo: o intestino.

Na apresentação deste grupo chamou-me a atenção as estratégias metodológicas utilizadas. O objetivo era propor uma discussão em torno da classificação dos seres vivos, sem direcionar as estratégias para a apresentação, porém os alunos trouxeram exposições dialogadas, envolvendo desafios racionais aos colegas (envolvendo aspectos



motivacionais diretos ou indiretos), apresentaram imagens, ou seja, estímulos visuais comparativos, sinalizando que ficaria mais fácil a compreensão das falas.

**Alunos Representantes do Reino Protista:** “Vamos ler algumas informações sobre o Reino Protista: são seres unicelulares, representados por algumas algas e protozoários e se reproduzem assexuadamente”. Também vamos mostrar alguns desses seres e algumas doenças sérias provocadas pelos protozoários neste cartaz. Aqui nessa foto (imagem) temos uma pessoa com a doença de chagas, provocada pelo Barbeiro, que pode aumentar o coração e levar a morte.

**Aluno A12:** “nossa, que horrível, esse coração é de verdade? Quase não cabe dentro do peito!...o cara morreu né!

**Aluno A02:** “isso acontece mesmo com o coração ou é montagem? É muito feio e assustador!

Os alunos que representaram o Reino Protista fizeram uma leitura pontual das informações gerais e optaram por recursos visuais. As imagens do coração hipertrofiado, consequência da Doença de Chagas provocou diversos sentimentos e emoções na turma, desde “repulsa”, “medo” e “espanto”. Dessa forma, o uso das imagens para sensibilizar os colegas e provocar emoções e sentimentos diversos foram alcançados, contribuindo assim, para o processo de aprendizagem dos seus pares, segundo destacou Brockington (2011) quando reforça que a construção do conhecimento não ocorre exclusivamente pela razão, havendo forte influência da emoção.

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “Bom fizemos também um cartaz, para mostrar alguns tipos de fungos ok”.

**Professor:** Por que vocês trouxeram o cartaz para apresentar?

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “para mostrar para as pessoas os tipos de fungos e também tem uns fungos diferentes que dá para entender ao ver. Também tem imagens aqui sobre as doenças provocadas por fungos, que são imagens feias, que chama a atenção”

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “além dos fungos das imagens, também trouxemos amostras de fungos, um pão cheio de fungos e também uma laranja (mofado) e alguns champignons (cogumelos). Podemos passar para a turma?

**Professor:** Antes de passar para a turma, só expliquem por que vocês trouxeram as amostras?

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “Fica mais fácil dos outros ver e perceber os fungos ao vivo, muitas vezes já vimos isso, mas agora teremos mais informações e vamos entender melhor e tomar cuidados com os alimentos contaminados por fungos”.

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** Pessoal, por que os fungos são importantes?

**Aluno A06:** “sem os fungos não conseguiria produzir alguns remédios e também os fungos, acho que ajuda na fermentação dos pães”

**Aluno A05:** “ah também eles fazem decomposição com as bactérias, pelo que eu li, ajudando a manter o equilíbrio da natureza”

**Aluno A23:** “nossa que nojo, esses negócios verde no pão e na laranja são fungos, aff! Já vi um monte disso mas não sabia (risos).

Além das informações, das imagens apresentadas pelo grupo responsável pela temática dos fungos, estes também apresentaram uma estratégia com embasamento mais cinestésico, isto é, trouxeram amostras de alimentos em processo de decomposição sob ação de fungos. A escolha por esse estilo de aprendizagem, contribuiu para o envolvimento direto dos alunos e, também é baseada nos estímulos sensoriais variados. Mesmo não planejando a luz dos aspectos neurocognitivos superiores, os alunos estimularam os processos cognitivos memorísticos (ao resgatar as memórias dos fungos nos alimentos), atencionais (os alunos ficaram atentos as explicações e as reflexões), aos aspectos perceptivos (percepções comparativas, associativas) e as emoções (sentimento de repulsa ou surpresa ao ser apresentado as amostras).

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “Vamos ler aquilo que escrevemos sobre as plantas depois explicamos tá! Daí trouxemos uma planta completa para os outros verem, com raiz, caule, folhas e outras coisas”

Algum tempo depois...

**Aluno A15** “Por que as folhas são verdes? Sempre fiquei curioso de saber por que não tem outra cor.

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “Existe folhas de outras cores tá, aquelas amareladas, vermelhadas, mas a maioria é verde porque tem uma estrutura chamada clorofila, que ajuda na fotossíntese e da essa cor verde para as folhas”

**Professor:** Por que vocês trouxeram essa amostra e como ela ajuda vocês explicarem sobre as plantas?

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “fica mais fácil, igual o pessoal que trouxe o pão ali. E também para identificar a raiz, caule, folhas e outras coisas que tem nas plantas”

**Professor:** Deixa eu fazer mais uma pergunta: Quando vocês buscaram informações, ou seja, estudaram para apresentar sobre as plantas, vocês aprenderam também sobre o assunto?

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “nossa e como! Deu um trabalhão, mas tivemos que pesquisar na internet, ver alguns vídeos para mostrar para os outros, senão ficaria muito chato. E aprendemos muito mais que só ficar resumindo no caderno ou copiando do quadro, mas também da vergonha de falar aqui na frente (risos).

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “Professor, vamos perguntar para dois alunos sobre o nosso trabalho ok! (A02) o que você entendeu sobre as plantas e porque elas são importantes? E agora o A21.

**Aluno A02:** “eu! ...é...achei muito legal, principalmente porque não sabia que as plantas tinham órgãos, e também gostei de saber sobre as raízes, caules e folhas”...ah sobre a importância, sem plantas não teria vida no planeta eu acho ou seria bem diferente.

**Aluno A21:** “aprendi bastante sobre as plantas, entendi melhor sobre a fotossíntese e esse negócio que tem nas folhas “estômatos” que servem para troca gasosa (isso nunca ouvi falar).

As estratégias dos alunos do Reino Plantae seguiram a mesma linha do Reino Fungi. Além de apresentar por exposição verbal, também trouxeram uma amostra (espécie) dos representantes das plantas. Assim, utilizaram a amostra para prender a

atenção dos colegas e para cada explicação sobre a planta, indicavam a estrutura na realidade, por exemplo, “aqui é uma folha composta por limbo, nervuras e os estômatos (estruturas vistas somente com microscópios)” (ALUNO A06). Nesse seguimento, nos reportamos a Galvão (2017), quando menciona que ao propor estratégias metodológicas mais próximas da nossa percepção e realidade, favorecemos a construção de um ambiente para o desenvolvimento da atenção seletiva.

**Alunos Representantes do Reino Animalia:** “meu nome é A24 e eu A11, vamos explicar um pouco sobre os animais”. Também vamos mostrar um vídeo para ver alguns animais mais comuns no Brasil”.

**Alunos Representantes do Reino Animalia:** “Depois de assistir o vídeo, vocês viram um pouquinho de quantos animais diferentes tem no Brasil.

**Professor:** Os outros grupos trouxeram amostras, cartazes e por que vocês escolheram trazer um vídeo?

**Alunos Representantes do Reino Animalia:** “Mais fácil professor, e também achamos legal esse vídeo que mostra os animais da floresta amazônica e também alguns animais que nunca ouvi falar”.

Os recortes referidos, demonstraram quantas alternativas metodológicas os próprios alunos desenvolveram para explicar aos colegas de turma. Da exposição das amostras, cartazes e vídeos, até as indagações, que perduram duas horas/aula em sequência, não ocorreu nenhum problema com relação ao desenvolvimento dos trabalhos. Pelo contrário, após a explanação de cada um dos representantes dos reinos, abrimos aos outros participantes a oportunidade de questionar ou opinar, assim segue alguns trechos relevantes:

**Aluno A 26:** “Para os alunos do Reino Plantae: Como as plantas se reproduzem?”

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “bom elas podem se reproduzir sexuada ou assexuadamente”.

**Aluno A 10:** “Como vocês classificariam os animais?”

**Alunos Representantes do Reino Animalia:** “poderia ser classificado por tamanho de espécie, ou onde vivem e também pelas características”.

**Aluno A03:** “para o reino fungi: existem fungos que podem levar a morte?”

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “bom, tipo assim! Tem fungos que podem ser tóxicos e levar a morte, tem outros também que são “alucinantes”, não que provocam alucinações e aqueles que provocam doenças”.

**Aluno A03:** “ah mais uma, esse fungo aí, o orelha de pau, também pode matar?”

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “acho que mortal não, mas também pode provocar problemas para saúde, sei lá, se for comido pode provocar vômitos, diarreia e coisas assim, mas depende do local onde eles nascem”.

Após a fase de perguntas dos demais alunos, passamos as considerações finais, norteadas pela seguinte questão: Por que é importante estudar sobre os seres vivos e sua classificação? Cada representante expos suas ideias, assim descritas:

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “para saber dos animais e outros seres, pois envolvem muitas coisas né!

**Alunos Representantes do Reino Protista:** “acho que é importante pode beneficiar o ser humano, pois tem bactérias que fazem bem para o nosso corpo”

**Alunos Representantes do Reino Animalia:** “é..para conhecer os seres que já foram extintos, para descobrir como eles eram e também se pode ocorrer algumas mudanças”

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “para tudo, para saber o que podemos comer ou não, que tipos de seres podem ajudar ou prejudicar, acho que para a nossa própria sobrevivência”.

**Alunos Representantes do Reino Monera:** “para o nosso conhecimento e para no nosso dia-a-dia, então cada um dos reinos traz um benefício para gente”.

As respostas coletivas em torno da importância de se compreender a classificação dos seres vivos, demonstram que os alunos compreenderam a importância de estudar sobre a temática, tanto que todas as respostas convergem para linha. Buscando aproximar as respostas dos alunos com as reflexões científicas sobre a temática, nos remetemos a Mayr (2008), que evidenciou ideia de classificação como um procedimento humano embutido na perspectiva de uma aprendizagem de uma linguagem natural, tanto que existem diversos critérios que podemos utilizar para ordenar os seres vivos.

Outro aspecto importante nesta passagem, reflete uma situação muito próxima da nossa realidade, ou seja, o fato de vivermos num país que apresenta uma das maiores biodiversidades biológicas do planeta. Essa possibilidade, evoca sentimentos que encantam, fascinam e geram dúvidas, sejam professores, alunos ou meros curiosos do senso comum (MAYR, 1982).

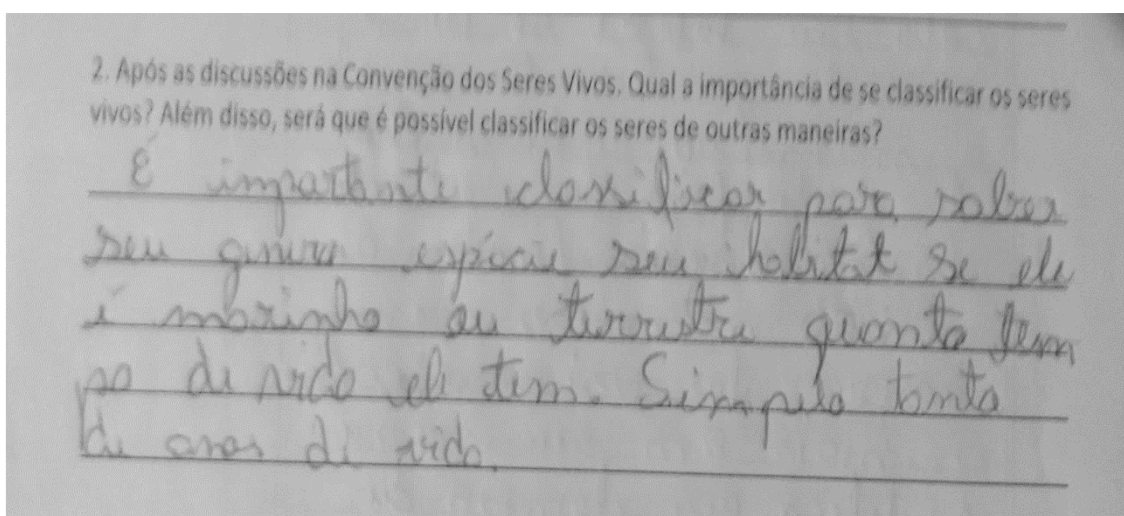
As diferentes atividades promovidas pelos próprios alunos ao longo da convenção, oportunizou e combinou três fatores que estimulam a cognição e tira o cérebro da zona de conforto, a saber: novidade, variedade e dificuldade (MUNIZ, 2014). Além disso, em diversos fragmentos podemos notar que os alunos estavam integrados e participando ativamente e criticamente das atividades. Fonseca (2016, p. 70) complementa que,

[...] a cognição não se resume à simples adição da atenção, memória, da codificação e da planificação da informação, mas antes à fusão multicomponencial e multicontextual de funções cerebrais, assim a aprendizagem se apresenta como um imenso e complexo evento neurológico.

Para além dos aspectos neurocognitivos explícitos, também não podemos deixar de mencionar que os fatores ambientais, podem ou não, contribuir significativamente para a consolidação da aprendizagem. Posto isso, o ambiente amistoso e as reflexões

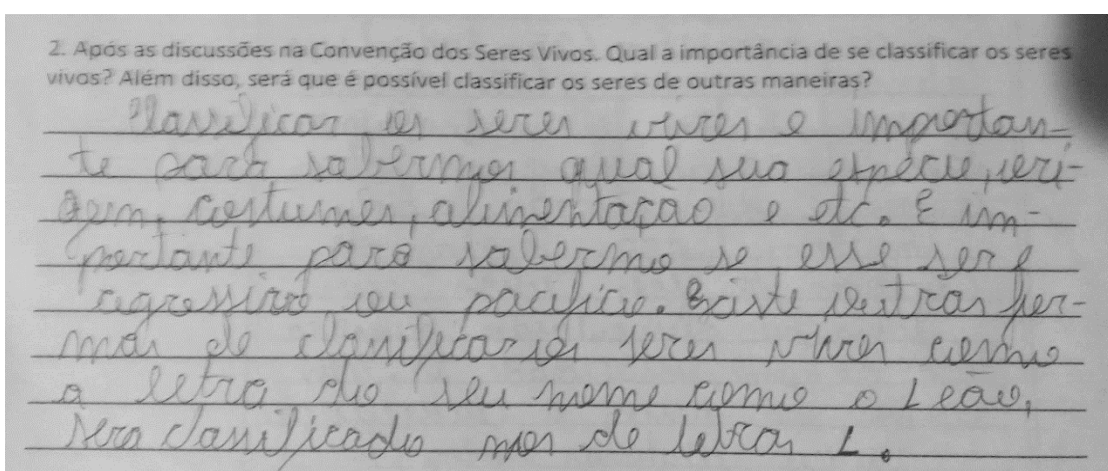
proporcionadas pelos alunos, contribui para o bom desenvolvimento da prática. Nesse sentido, nos reportamos a Fonseca (2016), na qual reforça que a escola deve privilegiar no treino cognitivo, não apenas o pensamento analítico, dedutivo, rigoroso, formal e crítico, mas interligar de modo harmônico, formas de pensamentos sintético, indutivo, expansivo, divergente, concreto e também criativo.

Ao término das atividades desenvolvidas na Sequencia Didática, aplicamos uma avaliação, reportando sobre os temas abordados, no intuito de perceber se as múltiplas atividades propostas atingiram seu objetivo. Abaixo alguns recortes (Figura 29a, 29b e 29c), das atividades finais realizadas pelos alunos envolvidos na pesquisa.



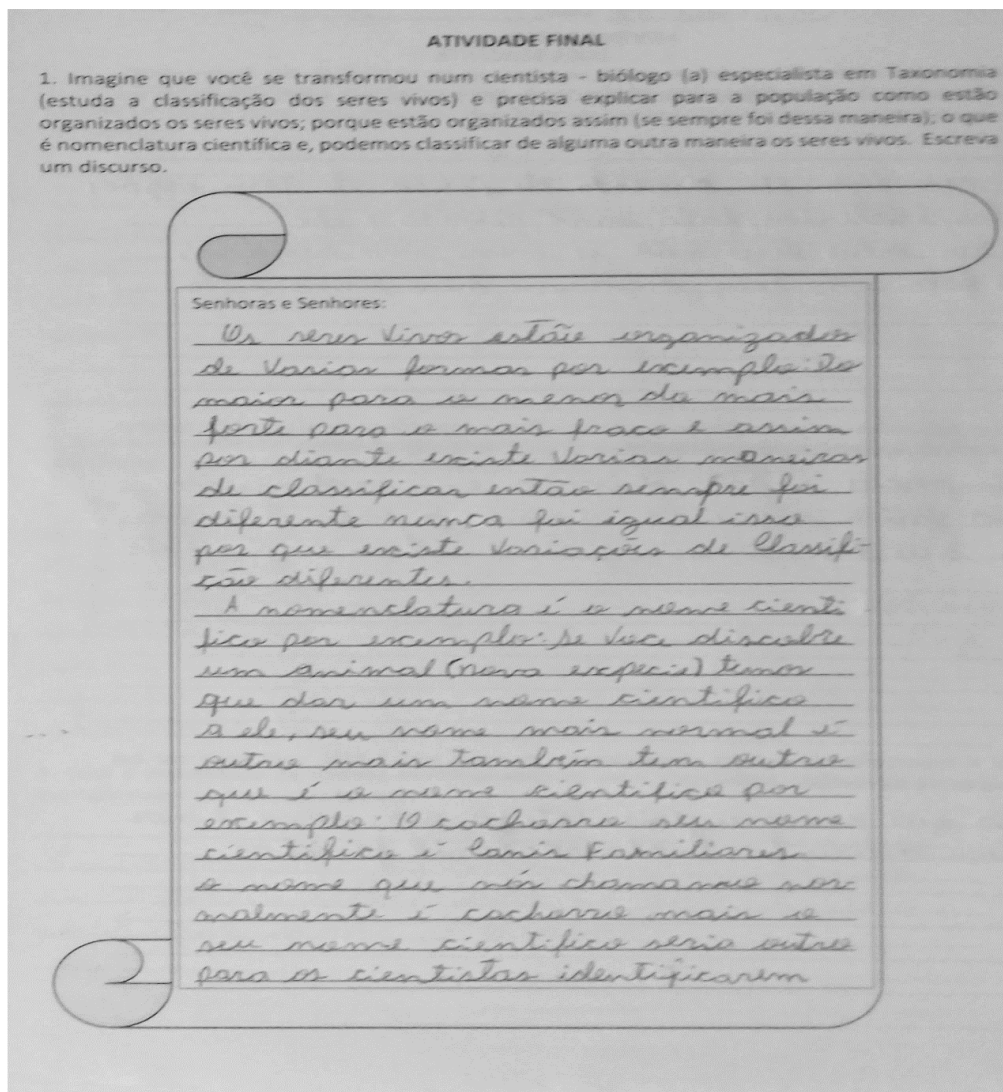
**Figura 29a** – Recorte das atividades finais desenvolvidas pelos alunos.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.



**Figura 29b** – Recorte das atividades finais desenvolvidas pelos alunos.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.



**Figura 29c** – Recorte das atividades finais desenvolvidas pelos alunos.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Na maior parte dos casos, nos três trechos recortados, e demonstrados nas figuras 28, os alunos sinalizam porque é importante classificar os seres vivos, bem como, indicam os diversos critérios que podem ser utilizados. Mesmo não sendo o objeto central desta pesquisa, é possível perceber que os estudantes compreenderam porque é importante classificar os seres vivos, e analisando as respostas das atividades finais, muitos demonstraram a classificação sob a perspectiva biológica, como também, utilizaram seus critérios, ou seja, expondo suas percepções subjetivas.

Desde o início, o que se pretendeu ao utilizar um SD com múltiplas atividades, sob diferentes estímulos neurocognitivos, foi que os estudantes conseguissem compreender como os seres podem ser classificados. Assim, passamos a apresentar

alguns excertos das autoavaliações, referenciadas pelos alunos, que demonstram o quanto alguns estímulos neurocognitivos surgiram nas atividades (grifo nosso),

**Aluno A6:** “[...] o **uso de imagens** e vídeos ajudou a desenvolver novos aspectos, melhorou meu saber sobre os animais me ajudou a conhecer novas espécies e **perceber melhor pela audição**”;

**Aluno A12:** “[...] o **uso de imagens** me ajudou a saber qual daqueles bichos são selvagens, carnívoros e o uso dos vídeos me ajudou a saber mais coisas”.

**Aluno A11:** “[...] a **atividade com som**, porque me desafiou a descobrir que animal era e alguns foram fáceis porque eu já conhecia os outros não”.

**Aluno A19:** “[...] o mais difícil e desafiante **foi os sons** porque eu não conseguia saber que animal era”;

**Aluno A24:** “Porque a gente aprende de uma outra maneira sem usar o livro e as vezes e até melhor [...] o **desafio de descobrir os sons** dos animais foi muito legal, tinha que ficar prestando muita atenção.

**Aluno A3:** “Eu consegui entender mais e descobrir coisas novas sobre **meu bichinho de estimação, me incentivou**”.

**Aluno A22:** “[...] **as atividades dos botões** também foram legais, porque entendemos o que é classificação e como classificar [...]”;

**Aluno A16:** “Gostei muito dos botões porque **me ajudou a classificar pelas cores e seus aspectos**”.

**Aluno A15:** “[...] Eu consegui entender melhor por causa da convenção, porque nós discutimos, tiramos dúvidas, e também **explicamos uns aos outros sobre cada reino e sobre os seres vivos**”.

Nos recortes, tal como, nas informações do quadro 7, os alunos demonstraram como os estímulos neurocognitivos implícitos na SD, surgiram nas produções e nas autoavaliações. Nessa sequência, alguns comandos acima foram evidenciados, tais como: uso de imagens, contribuindo para a consolidação da aprendizagem; a percepção pela audição, estimulando ou desafiando para o desenvolvimento das atividades; as atividades com os animais de estimação, demonstrando os aspectos emocionais; os estímulos e percepções táteis, nas atividades com botões; e os processos mentais associativos, quando os mesmos explicavam diferentes conteúdos aos seus pares.

Os conhecimentos já produzidos e demonstrados acerca do cérebro humano, abrem novas possibilidades no entendimento do sujeito, da cognição e do processo de ensino. A conjugação de metodologias diversas e dos variados níveis de análise devem ser integrados por abordagens compreensiva e transdisciplinar dos fenômenos em estudo. Assim, as reflexões sobre as distintas perspectivas metodológicas e conceituais pode se constituir num importante instrumento para refinar e definir um processo de ensino e aprendizagem mais significativo (GONÇALVES, 2009).

No intuito de sintetizar os aspectos neurocognitivos que emergiram ao longo da pesquisa, igualmente, refletir em torno das contribuições para a organização da SD, desenvolvemos um quadro síntese. A partir das transcrições, da análise de todas as atividades produzidas e registradas pelos alunos, no interstício da SD, elencamos quais os processos cognitivos foram explicitados diretamente como: memorísticos (PCM), atencionais (PCA), emocionais (PCE) e perceptivos (PCP).

**Quadro 7** – Demonstrativo dos processos cognitivos evidenciados pelos alunos.

Processos Cognitivos / Alunos (A1 ao A28)	PCM	PCA	PCE	PCP
A1	X	X	X	X
A2	X			
A3	X		X	
A4	X	X	X	
A5	X			
A6	X	X		X
A7	X		X	
A8	X			
A9	X		X	
A10	X		X	
A11			X	X
A12	X	X		X
A13	X			
A14	X		X	
A15	X	X		X
A16	X		X	X
A17	X			
A18	X	X	X	
A19	X			X
A20	X		X	
A21		X		
A22	X		X	X
A23	X			
A24	X		X	X
A25			X	
A26	X	X	X	
A27				X
A28	X		X	X

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2017.

Os aspectos memorísticos ficaram evidenciados em praticamente todas as atividades, pois grande parte dos alunos, nas respostas, se reportaram as comparações ou associações prévias aos conceitos de vida e classificação. “As apresentações realizadas na Convenção foi muito boa, prestamos atenção e, com os nossos colegas destacando as



informações fica bem mais fácil memorizar as informações, nunca mais esquecer o assunto” (ALUNO A15).

Sabemos que estado de humor, atenção e as emoções, presentes com o indivíduo, irão influenciar, tanto a sua obtenção, como a sua recordação, ou seja, tais variáveis sociobiológicas interferem diretamente no processo de memorização (SOUZA; SALGADO, 2002). Portanto, as múltiplas atividades, com estímulos sensoriais variados, buscaram evidenciar a importância na consolidação da aprendizagem e da memória de longa duração.

Retomando Lent (2010), a atenção envolve dois aspectos fundamentais: o alerta, ou melhor, estado geral de sensibilização dos órgãos sensoriais e a própria atenção, que envolve o alerta dos processos mentais e neurocognitivos. Seguindo esta lógica, os *processos atencionais* emergiram quando os alunos mencionaram que nos vídeos, áudios e as falas dos colegas era necessário ficar atento para compreender as informações, “tem que ficar bastante atento para perceber e depois colocar as informações que são parecidas entre os animais” (ALUNO A22).

Não podemos desvincular a estreita relação entre atenção e cognição, pois é por meio da atenção que se filtram as informações relevantes no meio, favorecendo a atenção seletiva, também se mantém o foco da informação desejada ou da aprendizagem consolidada (SIQUEIRA; GIANETTI, 2009).

Com relação aos *aspectos emocionais*, Kandel (2014) foi muito preciso em destacar que as emoções são respostas comportamentais e cognitivas, ou seja, emoção e cognição são independentes e interdependentes, mesmo não sendo atos racionais. Assim, nas atividades e nas produções desenvolvidas nesta pesquisa, além dos desafios propostos (identificação por som, caça-palavras e socialização na convenção), orientamos duas atividades que envolvessem animais de estimação do aluno ou animais preferidos, ou seja, que vinculasse fatores emocionais). “[...] com os cards, escolhemos um animal que mais gostamos ou admiramos, busquei diversas informações para conhecer melhor o bichinho que adoro” (ALUNO A3).

Neste âmbito, nossas percepções, tanto na produção da Sequência Didática, como nas produções discentes, convergem para a hipótese de que a emoção desempenha um papel fundamental na aprendizagem, isto é, acreditamos também que a construção do

conhecimento envolve razão e forte influência dos aspectos emocionais (BROCKINGTON, 2011).

Sob os olhares das neurociências, a percepção é a capacidade de associar informações sensoriais à memória e à cognição. Por conseguinte, ao usar estratégias multissensoriais, estávamos potencializando processos emocionais ou estímulos variados que podem consolidar a cognição (LENT, 2010; MUNIZ, 2014).

Na pesquisa, os *processos cognitivos perceptivos* auditivos, visuais e táteis foram registrados diretamente em diversas atividades. Não obstante, temos plena convicção que, por mais que não foram demonstradas outras percepções, estas são inerentes a quaisquer ações e produções dos alunos. “[...] o uso de imagens e vídeos ajudou a desenvolver novos aspectos, melhorou meu saber sobre os animais me ajudou a conhecer novas espécies e perceber melhor pela audição” (ALUNO A6).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

O interesse acerca da estrutura e funcionamento do cérebro nas últimas duas décadas teve um aumento significativo. Assim, com a colaboração de diferentes áreas do conhecimento, psicologia, neurologia, neurobiologia e as ciências cognitivas, os estudos relacionados a Neurociência Cognitiva tornaram-se uma importante estratégia no processo de ensino e aprendizagem.

O uso de recursos tecnológicos mais desenvolvidos, como Ressonância Magnética Funcional (IRMf), Tomografia por Emissão de Pósitron (TEP), entre outras, demonstram o quanto os estímulos internos ou externos podem contribuir para o desenvolvimento de novas conexões ou ramificações sinápticas. Daí, percebemos o quanto podemos nos utilizar dessas informações para potencializar a aprendizagem, partindo do pressuposto que esta ocorre por meio de novos comportamentos ou da consolidação de novas estruturas neuronais.

Mesmo diante dessa nova perspectiva, bem como, da necessidade dos atores educacionais, conhecer o funcionamento cerebral e suas potencialidades para a cognição, muitos docentes, ainda que produzem atividades multivariadas, não levam em consideração os aspectos neurocognitivos como estratégia de ensino. Oliveira (2011, p. 103) complementa que,

O cérebro humano não é um órgão que metaboliza informações, um sistema com princípios imutáveis, mas um sistema aberto e plástico. Ele é capaz de lidar com variações extremas como a precisão/imprecisão, certo/errado, presença/ausência, ambiguidade, ordem/desordem, sendo eficiente em desenvolver estratégias para sua auto-organização. No dia a dia o ser humano tem que investigar, descobrir, interpretar e organizar o mundo em sua mente.

Partindo da premissa que a sala de aula é o lugar privilegiado de pesquisa e experimentação, esta pesquisa evidenciou nas atividades da Sequência Didática, os aspectos neurocognitivos que emergiram durante as aulas de ciências, sob a temática: classificação dos seres vivos.

Passamos a refletir sobre cada um dos aspectos neurocognitivos que emergiram nas atividades. Nas primeiras correlações entre memória e perspectiva de ensino de ciências, apontamos por uma associação entre este aspecto neurocognitivo e o ensino por transmissão. Vale evidenciar, sem memória não poderíamos pensar em aprendizagem, pois os novos conhecimentos são construídos a partir das relações entre o que sabemos e

o que estamos aprendendo. Desse modo, o que buscamos demonstrar na SD é o fato de que podemos consolidar a memória de modo mais eficaz, principalmente, ao trabalhar com múltiplas atividades ou por múltiplos estímulos sensoriais.

Partindo das ideias de Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006), que a atenção é um mecanismo cognitivo que possibilita o indivíduo direcionar seus sentidos, enquanto ignora os outros irrelevantes e dispersivos, percebemos claramente tais processos, principalmente nas atividades que envolveram os recursos audiovisuais e na convenção dos seres vivos. O fato dos alunos se tornarem ouvintes participativos e terem a oportunidade de intervir respondendo ou complementando os debates, demonstrou bons indicadores atencionais.

O processo cognitivo da percepção está diretamente ligado a compreensão e, conseqüentemente a aprendizagem. Logo, mesmo não tendo como objeto de estudo, analisar as respostas certas ou erradas dos alunos, as avaliações após as atividades demonstram que os mesmos sinalizaram com êxito os objetivos elencados nos planos de ensino.

Dentre os diferentes processos cognitivos superiores, destacamos o fator emocional como um aspecto elementar para a aprendizagem. As emoções não são atos racionais, porém, estas geram sentimentos, atos racionais, assim são iniciadoras do processo de aprendizagem (DAMÁSIO, 1996). Nesse seguimento, percebemos nas produções que grande parte dos dados que estavam vinculados a laços afetivos, sentimentais e emocionais, geraram maior envolvimento dos alunos, reforçando a ideia a importância deste aspecto. Ao trabalhar com atividades que geram emoção, os professores devem estar atentos aos estímulos positivos e negativos que estes podem ocasionar.

Assim, ao conhecer ou reconhecer as potencialidades do cérebro (Sistema Nervoso), e alguns fatores neurocognitivos do ato de aprender, permite a todos os envolvidos no ensino, especificamente de ciências, o acesso a novos caminhos para o conhecimento, que pode desencadear diferentes ferramentas uteis ao trabalho pedagógico. Ao proporcionar novas expectativas, esses novos olhares sobre a construção do conhecimento, também convergem para os atuais desafios no campo educacional, as abordagens em torno da inclusão e a diversidade escolar.

Por fim, destacamos que, este espectro da Neurociência não se trata de uma Neuropedagogia, ou de uma nova tendência ou teoria da aprendizagem, mas um outro olhar, mais biológico e lógico sobre o ato de aprender. Também, esperamos que esta pesquisa, estimule a busca de novas informações por parte dos docentes e dos discentes, visto que o leque de opções sobre a temática e sua relação com o processo de ensino e aprendizagem, são tão flexíveis e fecundas quanto o nosso sistema neuronal pode se transformar ou modificar.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Ana Rita Silva. **A emoção na sala de aula**. 3 ed. São Paulo: Editora Papyrus, 2003.
- ALMEIDA, Marlos Dellan de Souza. Et al. **O ensino de biologia na percepção dos docentes do ensino médio de uma escola pública do município de Iguatu/CE**. 2016. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/renbio-9/pdfs/2061.pdf>> Acesso em 12 ago. 2017.
- ARANTES, V. Cognição, Afetividade e moralidade. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v.26, n.2, p.137-153, jul./dez. 2002.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D.. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002
- AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Intramericana, 1978.
- BARBOSA, M. R; MATOS, P. M; COSTA, M. E. Um olhar sobre o corpo: o corpo ontem e hoje. **Revista Psicologia & Sociedade**, n. 23, 2011
- BEAR, Mark F; CONNORS, Barry W; PARADISO, Michael A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. Porto Alegre: Artmed, 2008
- BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artes Médicas. 2001.
- BOGDAN, R. C; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora: Porto, 1994
- BROCKINGTON, Guilherme. **Neurociência e Educação: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico**. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo). São Paulo: 2011.
- CACHAPUZ, A; PRAIA, J. JORGE, M. Reflexão em torno de perspectivas do ensino de ciências: contributos para uma nova orientação curricular – Ensino por Pesquisa. **Revista de Educação**. Volume 9, n.1, p. 69-79, 2002.
- CAPRA, Frijot. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cultrix, 1982.
- CASTRO; Fabiano Santos; FERNANDEZ, J. Landeira. Alma, corpo e a antiga civilização grega: as primeiras observações do funcionamento cerebral e das atividades mentais. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-79722011000400021](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79722011000400021)>. Acesso em 06 jun. 2017>. Acesso em 12 set. 2017.

CASTRO; Fabiano Santos; FERNANDES, J. Landeira. **Alma, mente e cérebro na pré-história e nas primeiras civilizações humanas**. Rio de Janeiro: UCRJ, 2011.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 2005.

CLOWER, William T; FINGER, Stanley. **Discovery trepanation: the contribution of Paul Broca**. University of Pittsburgh, 2001.

COSETE, Ramos. **Despertar de um gênio, aprendendo com o cérebro**. São Paulo: Qualitymark, 2009.

DALGALARRONDO, P. **Evolução do cérebro: sistema nervoso, psicologia e psicopatologia sob a perspectiva evolucionista**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

DAMASIO, Antonio. **O erro de descartes: emoção, razão e cérebro humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DAMASIO, Antonio. Fundamental feelings. **Revista Nature**. Número 413. Outubro/2001.

DAMÁSIO, Antonio. **O sentimento de si: o corpo, a emoção e a neurobiologia da consciência**. 15 ed. Mem Martins. 2004.

DANTAS, A. M. **Os nervos cranianos: estudo anatômico – clínico**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 2005.

DAVIDOFF, L. **Introdução a psicologia**. São Paulo: Macgraw, 1983.

DAWKINS, R. **O gene egoísta**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Editora USP, 1979.

DE PAULA, Marcelo Peçanha. **Os sons e a sua importância no equilíbrio dos hemisférios cerebrais**. 2006. Disponíveis em: <<http://www.neuroacustica.com/artigos/Os%20sons%20e%20a%20sua%20importancia%20V2.pdf>>. Acesso em 15 set. 2017.

DEBUS, Allen G. **O homem e a natureza no renascimento**. São Paulo: Porto Editora, 2002.

DELIZOICOV, Demétrio; SLONGO, Inês Pinson; LORENZETTI, Leonir. **Um panorama da pesquisa em educação em ciências desenvolvida no Brasil de 1997 a 2005**. 2005. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen12/REEC\\_718.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen12/REEC_718.pdf)> Acesso em 13 jul. 2017.

FELDMAN, R. P; GOODRICH, J. T. **The Edwin smith surgical papyrus**. Child's Nery Sist. 1999.

FLAVEL, J. H. **Cognitive development**. 3 ed. Nova Jersey: Prentice Hall. 1993.

FLUENTES, D. **Neuropsicologia**: teoria e prática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

FONSECA, VITOR DA. **Cognição, neuropsicologia e aprendizagem**. 7 ed. Petropolis, RJ: Vozes, 2015.

GALVÃO, Dalton Luiz Mancini. **Uso de objetos educacionais como alternativa para o ensino de Astronomia no Ensino Fundamental**. Dissertação de Mestrado em Ciências no Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências – Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/profc/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge\_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/PED17009\_C.pdf>. Acesso em 30 jan.2018.

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

GAZZANIGA, M. S; IVRY, R. B; MANGUN, G. R. **Neurociência cognitiva**: a biologia da mente. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GIORDANO, Magda. **Cerebro y mente em el siglo XXI**. 2011. Disponível em: <<http://www.revista.unam.mx/vol.12/num3/art23/art23.pdf>>. Acesso em 17 jul. 2017.

GLASSER – ZIKUDA, M. Et. al. **Promoting students’ emotions and achievement e Instructional design and evaluation of the ECOLE approach** Learning and Instruction 15, 481-495. 2005.

GOMES, M. Z. **Dislexia e Outros Distúrbios da Leitura – Escrita**. In: ZORZI, J; ????

GOMES, Flavia Carvalho; TORTELLI, Vanessa Pereira; DINIZ, Luan. **Glia**: dos velhos conceitos às novas funções de hoje e as que ainda virão. 2013. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/ea/v27n77/v27n77a06.pdf>>. Acesso em 12 ago. 2017.

GONÇALVES, T. **Complex systems and plástica brains**. Nottingham: Nottingham University Press, 2009.

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.

HOUAISS, Antônio. **Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa**. 1ª Edição. São Paulo, Objetiva, 2002.

IZQUIERDO, IVAN. **Memória**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

KANDEL E. R; SCHWARTZ, J. H; JESSEL, T. M. **Princípios da neurociência**. Trad. de Ana Carolina Guedes Pereira e cols. 4 ed. Barueri: Manole, 2003

KANDEL, Eric R. et. al. **Princípios de neurociências**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.



KANDEL E. R; SCHWARTZ, J. H; JESSEL, T. M. **Princípios da neurociência**. Trad. de Ana Carolina Guedes Pereira e cols. 3 ed. Barueri: Manole, 2000

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

KELSO, J. A. S. **Dynamic patterns**: the self – organization of brain and behavior. London: The MIT Press, 1995

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

LAUKENMANN, M. An investigation of the influence of emotional factors on learning in physics instruction. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 4, p. 489 – 507, 2003.

LE DOUX, J. E. **Emotion, memory and the brain**. Concepts Neurociencie, 1994.

LEITE, Samuel de Castro Bellini-Leite. Representações prototípicas e o experimento de pensamento das terras gêmeas. **Kínesis**, Vol. V, n° 09, julho 2013, p. 158-166. Disponível em: <[https://www.marilia.unesp.br/Home/Revistas\\_Eletronicas/Kinesis/samuelleite.pdf](https://www.marilia.unesp.br/Home/Revistas_Eletronicas/Kinesis/samuelleite.pdf)>. Acesso em 15 jan. 2018.

LENT, Robert. **Cem bilhões de neurônios**: conceitos fundamentais de neurociência. São Paulo, Ateneu, 2010.

LOPES, Ana Polli. Et al. **Aspectos moleculares da transmissão sináptica**. 1999. Disponível em: <[http://revista.fmrp.usp.br/1999/vol32n2/aspectos\\_moleculares\\_transmissao\\_sinaptica.pdf](http://revista.fmrp.usp.br/1999/vol32n2/aspectos_moleculares_transmissao_sinaptica.pdf)>. Acesso em 20 jul. 2017.

LURIA, A. R. **Desenvolvimento cognitivo**: seus fundamentos culturais e sociais. 4ed. São Paulo: Icone, 1990.

MACHADO, N. J. **Epistemologia e didática**: concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente. 6 ed. São Paulo. Ed Cortez, 2003.

MARTINELLI, S. C. **Os aspectos afetivos das dificuldades de aprendizagem**. Petropolis: Vozes, 2005.

MAYRODI, Alexandra; PARASKEVAS, George. **Mondini de Luzzi**: a luminous figure in the darkness of the middle ages. 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3944418>>. Acesso em 11 jul. 2017.

MAYR, E. **Desenvolvimento biológico**: diversidade, evolução e herança; tradução Ivo Martinazzo – Brasília, DF. Editora Universidade de Brasília, 1982.

MAYR, E. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. Tradução de Marcelo Leite e prefácio de Dráuzio Varella. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MAYR, E. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. Tradução: Claudio Angelo, São Paulo, Companhia da Letras, 2008.

MEYER – VILLANUEVA. **Thomas Willis: pionero de las neurociencias de vigencia universal**. 2010. Disponível em: < <http://www.galenusrevista.com/Thomas-Willis-1621-1675-Pionero-de.html>>. Acesso em 10 jun. 2017.

MONDUCCI, David Vieira. **Thomas Willis e o De Anima Brutorum: uma concepção da mente humana e animal**. Dissertação de Mestrado – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2010. 105f.

MONTEIRO, Juliana de Jesus. **Formação docente, caminhos possíveis a luz da Neurociência**. Dissertação de Mestrado – Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2011. 70f.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. Campinas: Papirus, 1997.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9, n. 2, p.191-211, 2003

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. 2 ed. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2013.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2007.

MUCCHIELLI, Rucchielli. **Les méthodes qualitatives**. Paris: Presses Universitaires, 1991.

MUNIZ, Iana. **Neurociência e os exercícios mentais: estimulando a inteligência criativa**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014.

MUSKAT, M. **Atenção – bases conceituais e neurobiológicas**. São Paulo: All Print Editora, 2008.

OLIVEIRA, Gilberto Goncalves. **Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Uberaba, Uberaba, 2011. 147f.

PAROLIN, Isabel. **As emoções como mediadoras da aprendizagem**. 2007. Disponível em: <<http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2007/anaisEvento/arquivos/PA-534-05.pdf>>. Acesso em 08 ago. 2017.

PENNA, Antônio Gomes. **Percepção e realidade**: introdução ao estudo da atividade perceptiva. Rio de Janeiro, Imago, 1997.

PEREIRA JR., Alfredo et. al. **Understanding Consciousness**: a collaborative attempt to elucidate contemporary theories. *Journal of Consciousness Studies*, v. 17, n. 5-6, p. 213- 219, 2010

PIAGET, Jean. **Psicologia da inteligência**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

PIMENTA, Selma Garrido. **Pedagogia e pedagogos**: caminhos e perspectivas. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2005.

PINHEIRO, Marta. **Aspectos históricos da neuropsicologia: subsídios para a formação de educadores**. Disponível em:  
<<http://www.scielo.br/pdf/er/n25/n25a11.pdf>>. Acesso em 02 jun. 2017.

PINTO, Cibele Lemes; TAVARES, Helenice Maria. **O lúdico na aprendizagem: apreender e aprender**. 2010. Disponível em: <<http://catolicaonline.com.br/revistadacatolica2/artigosv2n3/15-pedagogia.pdf>>. Acesso em 22 dez. 2017.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Angel Gómes. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

QUOOS, Sylvia Regina Caselli. **A importância da percepção visual na aprendizagem como uma visão neuropsicopedagógica**. 2008. Disponível em:  
<<http://tcconline.utp.br/wp-content/uploads/2011/importanciadapercepcaovisual.pdf>>. Acesso em 12 ago. 2017.

RAMOS, M. T. O; PAGOTTI, A. W. **Avaliando o pensamento operatório em futuros professores**. Em: Donatoni, A.R. (Org). *Avaliação Escolar e Formação de Professores*. Campinas, SP: Alínea. 2008.

RELVAS, Marta Pires (org.). **Que cérebro é esse que chegou à escola?** 2 ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014.

REZENDE, J. M. **A sombra do plátano**: crônicas de história da medicina. São Paulo: Editora Unifesp, 2009.

RIBEIRO, Sidarta. **Tempo de cérebro**. 2013. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-0142013000100002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-0142013000100002)>. Acesso em 22 ago. 2017.

RODRIGUES, Jéssica Laguilio. **O conceito de vida: um diálogo com professores e pesquisadores das ciências biológicas**. Dissertação (mestrado) da Universidade Estadual de Maringá do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência e a Matemática. 2016. Disponível em: <[http://www.pcm.uem.br/uploads/jassica-laguilio-rodrigues--23022016\\_1465914466.pdf](http://www.pcm.uem.br/uploads/jassica-laguilio-rodrigues--23022016_1465914466.pdf)>. Acesso em 20 jan. 2018.

ROQUE, Moraes. **Uma tempestade de Luz**: A compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>>. Acesso em 16 nov. 2017.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da ciência**: da antiguidade ao renascimento científico. 2 ed. Brasília: FUNAG, 2012.

SABBATINI, Renato, M. E. **Neurônios e sinapses**: a história de sua descoberta. 2003. Disponível em: <<http://www.cerebromente.org.br/n17/history/neurons3.html>>. Acesso em 10 jul. 2017..

SANTAELLA, L. A. **A percepção**: uma teoria semiótica, 2ª ed. São Paulo: Experimento, 1998.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de Biologia Evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética II. **Revista Ciência & Ensino**, Piracicaba, v.1, n.2, p.1-8, 2007.

SILVA, Gastão Pereira. **Homem e o cérebro**. São Paulo: Editora Itatiaia, 1971.

SILVA, Alva Benfica da. **A gestão das organizações e a Neurociência: análise de algumas contribuições**. 2014. Disponível em: <<http://www.mestradoemadm.com.br/wp-content/uploads/2015/01/Alva-Benfica-da-Silva.pdf>>. Acesso em 22 jul. 2017.

SIMÕES, Estela Mari Santos. **A presença dos conhecimentos da neurociência cognitiva no capital de saberes docentes que atuam na educação infantil e nos anos iniciais do ensino fundamental**. 2016. Disponível em: <<http://www.fw.uri.br/NewArquivos/pos/dissertacao/dis-107.pdf>>. Acesso em 17 nov. 2017.

SINGER, C. **Uma Breve História da Anatomia e Fisiologia desde os Gregos até Harvey**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1996.

SINGI, G. **Fisiologia dinâmica**. São Paulo: Editora Atheneu, 1996.

SIO, Rosa Terezinha Gomes. **A importância do desenho no desenvolvimento infantil de crianças de 02 a 07 anos**. 2004. Disponível em: <<http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2004/anaisEvento/Documentos/CI/TC-CI0086.pdf>>. Acesso em 03 set. 2017.

SIQUEIRA, Claudia Machado; GIANETTI, Juliana Gurgel. **Mau desempenho escolar: uma visão atual**. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ramb/v57n1/v57n1a21.pdf>>. Acesso em 07 nov. 2017.

SOLER, Miguel Alberto Soler Martí. **Didática multisensorial de las ciencias**: un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión. Editora: Paidós: Buenos Aires, 1999.

SOUSA, Aline Batista; SALGADO, Tania Denise Miskinis. **Memória, aprendizagem, emoções e inteligência**. 2015. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/132515/000982720.pdf?sequence=1>> . Acesso em 06 nov. 2017.

SPOTA, Benjamin. **Histórico y evolución de la neurologia**. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-82X1946000300005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-82X1946000300005)>. Acesso em 11 jul. 2017.

SPRENGER, Marilee. **Memória: como ensinar para um aluno lembrar**. 1 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2008.

STRALIOTTO, J. **Cérebro e Música - Segredos desta relação**. Blumenau: Odorizzi, 2001

TABACOW, Luiz Samuel. **Contribuições da neurociência cognitiva para a formação de professores e pedagogos**. Campinas: PUC, 2006.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p.177-190, 2003.

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)**. 2008. Disponível em: <<http://www.educaci onparatodos .com/pdf/Dissertation.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

TONI, Plinio Marco; ROMANELLI, Egídio José; SALVO, Caroline Guisantes. **A evolução da neuropsicologia: da antiguidade aos tempos modernos**. Psicologia Argumento, Curitiba, v.23, n. 41, p.47-55, abr./jun. 2005.

TORTORA, Gerard J; GRABOWSKI, Sandra Reynolds. **Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

VALE, J. M. **Educação científica e sociedade**. In: NARDI, R. (Org.). Questões atuais no ensino de ciências. São Paulo: Escrituras, 1998. p. 1-7.

VASCONCELOS, C. Perspectivas de ensino no âmbito das práticas lectivas: um estudo com professores do 7º ano de escolaridade. **Revista Eletrônica de Enseñanza de lãs Ciências**, 4(3), 1-22, 2005.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda. 1998.

ZACHARIAS, V. L. **O Jogo Simbólico**.2002. Disponível em: <<http://members.tripd.com./lfcamara/ojogona.html>>. Acesso em 14 nov. 2017.

ZIMMER, Carl. **A fantástica história do cérebro: o funcionamento do cérebro humano**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

**ANEXOS**

**ANEXO 1 - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
MARINGÁ



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** CONTRIBUIÇÕES DAS NEUROCIÊNCIAS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: CONHECENDO E RECONHECENDO AS POTENCIALIDADES DO CÉREBRO

**Pesquisador:** André Luis de Oliveira

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 71127917.6.0000.0104

**Instituição Proponente:** CCB - Centro de Ciências Biológicas

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.392.334

#### **Apresentação do Projeto:**

Trata-se de projeto de pesquisa proposto por pesquisador vinculado à Universidade Estadual de Maringá.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Investigar a importância das contribuições da Neurociência no processo de ensino e aprendizagem, na perspectiva de alunos do Ensino Fundamental nas séries finais (6º ao 9º ano).

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Avalia-se que os possíveis riscos a que estarão submetidos os sujeitos da pesquisa serão suportados pelos benefícios apontados.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Esta pesquisa será desenvolvida seguindo uma proposta de pesquisa qualitativa, que segundo Mucchielli (1991, p.3): [...] são métodos das ciências humanas que pesquisam, explicitam, analisam, fenômenos (visíveis ou ocultos). Esses fenômenos, por essência, não são passíveis de serem medidos (uma crença, uma representação, um estilo pessoal de relação com o outro, uma estratégia face um problema, um procedimento de decisão...), eles possuem as características específicas dos 'fatos humanos'. O estudo desses fatos humanos se realiza com as técnicas de pesquisa e análise que, escapando a toda codificação e programação sistemáticas, repousam

**Endereço:** Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4

**Bairro:** Jardim Universitário

**CEP:** 87.020-900

**UF:** PR

**Município:** MARINGÁ

**Telefone:** (44)3011-4597

**Fax:** (44)3011-4444

**E-mail:** copep@uem.br





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
MARINGÁ



Continuação do Parecer: 2.392.334

essencialmente sobre a presença humana e a capacidade de empatia, de uma parte, e sobre a inteligência indutiva e generalizante, de outra parte. Para o desenvolvimento do presente projeto de pesquisa serão implementadas estratégias de investigação, como: levantamento bibliográfico minucioso, bem como, as análises dos mesmos. A seguir organizar uma sequência didática (SD), fundamentada nas propostas de Zaballa, com o tema: Conhecendo e reconhecendo as potencialidades do Cérebro. Ao desenvolver a SD será estabelecido condições favoráveis a aprendizagem do aluno, e principalmente estabelecer um vínculo entre a ação docente e a investigação sobre essa prática (correlacionadas aos objetivos específicos propostos). Os sujeitos envolvidos na pesquisa serão os alunos do 7º ano da educação básica, especificamente, das séries finais do ensino fundamental de uma instituição escolar da rede estadual de ensino de Maringá – Paraná.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresenta Folha de rosto assinada, mas não carimbada, pelo Diretor do CCE; TCLE; Termo de consentimento da SEED Protocolo N. 14.558.906-1, assinada, mas não carimbada, por Ines Carneletto (Superintendente da Educação); Sequencia didatica; Informacoes basicas do projeto, Projeto e Resposta às pendências.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá é de parecer favorável à aprovação do protocolo de pesquisa apresentado.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Face ao exposto e considerando a normativa ética vigente, este Comitê se manifesta pela aprovação do protocolo de pesquisa em tela.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_890249.pdf	02/10/2017 16:26:52		Aceito
Outros	Resposta.pdf	02/10/2017 16:26:29	André Luis de Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	19/09/2017 16:59:41	André Luis de Oliveira	Aceito

**Endereço:** Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4

**Bairro:** Jardim Universitário

**CEP:** 87.020-900

**UF:** PR

**Município:** MARINGÁ

**Telefone:** (44)3011-4597

**Fax:** (44)3011-4444

**E-mail:** copep@uem.br



Continuação do Parecer: 2.392.334

Folha de Rosto	Folhaderostoassinada.pdf	11/07/2017 17:42:24	André Luis de Oliveira	Aceito
Outros	AutorizacaoSeed.pdf	11/07/2017 17:11:58	André Luis de Oliveira	Aceito
Outros	SequenciaDidatica.pdf	11/07/2017 17:07:28	André Luis de Oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	11/07/2017 17:03:49	André Luis de Oliveira	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

MARINGÁ, 22 de Novembro de 2017

---

**Assinado por:**  
**Ricardo Cesar Gardiolo**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Colombo, 5790, UEM-PPG, sala 4  
**Bairro:** Jardim Universitário **CEP:** 87.020-900  
**UF:** PR **Município:** MARINGÁ  
**Telefone:** (44)3011-4597 **Fax:** (44)3011-4444 **E-mail:** copep@uem.br

## APÊNDICES

## APÊNDICE A - DETALHAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### PLANO DE AULA I

1. **Tema:** Características Gerais dos Seres Vivos

2. **Objetivos:**

1. Refletir sobre os diversos conceitos de vida (aspectos biológicos, sociológicos, históricos ou culturais);
2. Reconhecer algumas características gerais sobre a vida;
3. Representar graficamente e artisticamente o conceito de vida, estimulando diferentes áreas do córtex cerebral.

3. **Desenvolvimento:**

1. Apresentação do projeto e da pesquisa para os alunos (explicações gerais)
2. Introdução ao conteúdo (Sondagem das concepções prévias):
  1. Apresentação e exposição dialogada sobre o tema Característica da Vida;
  2. Encaminhamento I: os alunos escreverão três palavras (evocações) para sentido ou concepção da palavra “VIDA” (**ANEXO PLANO DE AULA I**);
  3. Encaminhamento II: Socialização das evocações / expressões
  4. Encaminhamento III: Pergunta norteadora: Quais as características gerais da vida?
  5. Encaminhamento IV: Após as reflexões e socializações: registrar o que você entende por vida e suas características. (**ANEXO PLANO DE AULA I**)

### PLANO DE AULA II

1. **Tema:** Características Gerais dos Seres Vivos

2. **Objetivos:**

1. Reconhecer as características gerais da vida nos textos de apoio;
2. Relacionar e identificar as características gerais dos seres vivos, estimulando processos cognitivos superiores de associações (motoras e sensoriais), bem como, o sistema límbico (fatores emocionais), atenção e processo de memorização.

3. **Desenvolvimento:**

1. Características Gerais dos Seres Vivos
  - 1.1. Retomada dos apontamentos da aula anterior
  - 1.2. Entrega, leitura e discussão dos apontamentos (síntese) sobre “Características Gerais da Vida” (**ANEXO PLANO DA AULA II-A**).
  - 1.3. Sabendo algumas características gerais da VIDA (NUTRIÇÃO, RESPIRAÇÃO, REAÇÃO, REPRODUÇÃO e METABOLISMO), escreva ou classifique os seres conforme exemplo proposto no exercício (**ANEXO PLANO DA AULA II-B**)

### PLANO DE AULA III

1. **Tema:** Características Gerais dos Seres Vivos e Classificação dos Seres Vivos

2. **Objetivos:**

1. Reconhecer os seres vivos e os fatores não vivos ao estímulo de áreas de processamento audiovisual;
2. Associar os estímulos auditivos, memória e atenção a identificação dos seres vivos e ordená-los com base em processos mentais superiores associativos.

3. **Desenvolvimento:**

1. Retomando as características dos Seres Vivos
2. Vídeo sobre as características do Seres Vivos: A Diversidade de Animais no Pantanal - <https://www.youtube.com/watch?v=wzzeLRxdN-A> (**ANEXO PLANO DA AULA III**)
3. Diante das informações do vídeo sobre o pantanal escreva o máximo de animais que você identificou;
- 1.4. Vídeo Oculto “Sons dos Animais” - <https://www.youtube.com/watch?v=sfT2UWyluZk> – Escreva o nome dos animais relacionando com o som que você escutou e organize numa tabela em grupos com características próximas ou iguais;
  1. Vamos pensar um pouco! Faça uma classificação destes animais (conforme seus critérios) (**ANEXO PLANO DA AULA III**)

### PLANO DE AULA IV

1. **Tema:** Classificação dos Seres Vivos

2. **Objetivos:**

1. Perceber a importância da classificação dos seres vivos;
2. Compreender que são determinados diversos critérios para classificar os seres vivos;
3. Reconhecer que existem muitas espécies não catalogadas e outras várias extintas;
4. Desenvolver critérios de classificações seguindo padrões de semelhanças e associações próximas;

3. **Desenvolvimento** :

1. Retomando as características dos Seres Vivos – Classificação produzidas pelos alunos sobre o documentário “A Diversidade de Animais no Pantanal”;
2. Refletindo sobre o que é classificação? Exposição dialogada e texto “Humanidade conhece apenas 30% dos seres vivos que habitam a Terra”. (**ANEXO PLANO DA AULA IV-A**)
3. Atividade: Classificando os botões (para que serve a classificação (**ANEXO PLANO DA AULA IV-B**);

4. Atividade: Simulando uma classificação (**ANEXO PLANO DA AULA IV-B**) – Ordenando os seres projetados.

## **PLANO DE AULA V**

1. **Tema:** Classificação dos Seres Vivos

2. **Objetivos:**

1. Compreender historicamente como o ser humano classificou os seres vivos;
2. Entender quais os critérios atuais para classificação dos seres vivos;
3. Identificar as características dos seres vivos em cada Reino, utilizando-se de processos cognitivos associativos, criativos e motivacionais e, por meio de memorização visual.

3. **Desenvolvimento:**

1. Retomando sobre a importância de classificar os seres;
2. Um pouco da história da classificação dos Seres Vivos – Texto “A História da Classificação dos Seres Vivos” (**ANEXO PLANO DA AULA V-A**) e texto “Classificação dos Seres Vivos: Como e por que classificá-los?” (**ANEXO PLANO DA AULA V-B**)
3. Os critérios e a atual classificação dos seres vivos (exposição dialogada e projeção das informações)
4. Os cinco reinos (Caça palavras temático e montar um jogo da memória sobre o tema – **ANEXO PLANO DA AULA V-C**)

## **PLANO DE AULA VI**

1. **Tema:** Classificação dos Seres Vivos – Taxonomia

2. **Objetivos:**

1. Reconhecer as regras de nomenclatura dos seres vivos e como aplica-las (exemplos analógicos para associações cognitivas superiores);
2. Registrar e identificar as informações elementares para catalogação dos seres vivos (atividades somatossensoriais, motoras, sensoriais e percepção);
3. Divulgar sua pesquisa e referenciar quais itens foram valorizados na sua escolha (envolvendo aspectos emocionais, cognitivos e plasticidade neuronal).

3. **Desenvolvimento:**

1. Retomando a classificação em cinco reinos (Slides sobre novas espécies - **ANEXO PLANO DA AULA VI-A**)
2. Taxonomia e as regras para nomenclatura científica (Slides explicando as categorias taxonômicas - **ANEXO PLANO DA AULA VI-A**)

3. Em prática (cada aluno vai pesquisar um ser vivo e montar um CARD em casa (com a sua classificação taxonômica do Reino até a Espécie) e no próximo encontro socializar ou trocar com os colegas. **(ANEXO PLANO DA AULA VI-B)**).

## **PLANO DE AULA VII**

1. **Tema:** Classificação dos Seres Vivos

2. **Objetivos:**

1. Compreender quais as características dos seres em cada um dos reinos;
2. Desenvolver o senso crítico – reflexivo sobre os critérios e formas de classificação dos seres vivos;
3. Exercitar diversas áreas funcionais do cérebro e correlacionar como os processos mentais superiores da cognição.

3. **Desenvolvimento:**

1. Organização para a Simulação da Convenção dos Seres Vivos (Dramatização - **ANEXO PLANO DA AULA VII**):

1.1.1. Os alunos serão divididos em seis grupos (cada grupo estudará e discutirá sobre os aspectos gerais de cada um dos cinco reinos e dos vírus);

1.1.2. Para o debate na convenção, cada grupo definirá um representante para discursar sobre seu tema e refletir sobre a importância de cada ser para o equilíbrio da vida;

1.1.3. Cada grupo desenvolverá propor uma forma diferenciada de classificar os seres vivos (definindo critérios e defendendo-os).

**ATIVIDADE FINAL (ANEXO PLANO DE AULA VIII) – DUAS ALTERNATIVAS**

## ANEXO DO PLANO DE AULA I



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA



**PCM**

PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### ATIVIDADES PLANO DE AULA I

1. Quando ouço a palavra **VIDA**, logo lembro das palavras:




---



---



---

2. Diante das informações que você socializou (compartilhou), aprendeu e o que você já sabia, escreva quais as características da **VIDA** (características biológicas) para você?

---



---



---

Sobrou um tempinho! Faça um pequeno desenho que represente a vida para você?

## ANEXO DO PLANO DE AULA II-A



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA



**PCM**

PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS SERES VIVOS (APONTAMENTOS)

1. Organização Celular: Com exceção dos vírus os demais seres vivos são constituídos por célula (s). Essas apresentam constituição e organização diversificadas, como se observa a seguir:
  - a) **unicelular** – organismo constituído por uma única célula. Exemplos: bactérias, cianobactérias, protozoários, algumas algas e alguns fungos.



- b) **pluricelular** – organismo constituído por várias células. Exemplos: algumas algas, alguns fungos, todos os vegetais
2. Além da organização celular, os organismos para se manterem vivos precisam de energia, que é obtida a partir dos alimentos ou da fotossíntese. O modo em que os organismos obtêm o alimento pode ser classificados como:
    1. **Autótrofos**: Os seres vivos, como plantas e as algas que realizam a sua nutrição por meio da fotossíntese;
    2. **Heterótrofos**: Os seres vivos, que buscam energia se alimentando de outros seres vivos pois são incapazes de produzir energia sozinhos (através da fotossíntese).
  3. Os seres vivos devem ter a **capacidade de responder a estímulos**. E essa reação é feita das mais variadas formas. As plantas, por exemplo, não possuem sistema nervoso, por isso têm respostas menos elaboradas que as dos animais, mas ela pode reagir com movimentos, como ocorre com a dormideira ou sensitiva, que se fecha quando é tocada; ou ainda apresentar um fenômeno conhecido como fototropismo (crescimento da planta orientado pela luz). Os animais apresentam respostas mais complexas aos estímulos do meio ambiente porque apresentam sistema nervoso. Possuem sensibilidade. Nós somos capazes de distinguir sons, cores, cheiros e gostos, além de outras coisas. Mesmo os animais que não possuem a visão, a audição ou outros sentidos bem desenvolvidos podem apresentar estruturas que lhes permitem perceber o ambiente a sua volta.
  4. A reprodução é uma das características comuns a todas as espécies de seres vivos. Ter filhotes, isto é, ter descendentes, é importante para garantir a ocupação do ambiente e para se manter como espécie. Tipos de reprodução:
    1. **Reprodução sexuada** é aquela em que há participação de células especiais, os gametas. Os gametas são células que carregam parte do material genético que formará um novo ser. No animal, o gameta masculino é o espermatozóide e o gameta feminino é o **óvulo**;
    2. **Reprodução assexuada** não envolve estas etapas especiais, os gametas; depende apenas das células. A regeneração, um tipo de reprodução assexuada, ocorre, por exemplo, nas planárias.
  1. **Metabolismo**: Conjunto das reações químicas que ocorrem no organismo. Pode ser de dois tipos básicos:
    1. **Catabolismo** – reações que provocam a quebra de substâncias. Exemplos: respiração aeróbica, fermentação, digestão etc.
    2. **Anabolismo** – reações que provocam a síntese (produção) de substâncias. **Exemplos**: fotossíntese, etc.
    3. **Homeostase** - conjunto de fenômenos que garantem o equilíbrio do organismo. Exemplo: o suor controlando a temperatura.

#### Consultas Online

<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Seresvivos/Ciencias/Caracteristicasgerais2.php>

<https://www.algossobre.com.br/biologia/caracteristicas-gerais-dos-seres-vivos.html>

## ANEXO DO PLANO DE AULA II-B



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA



**PCM**

PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### ATIVIDADES PLANO DE AULA II

2. Sabendo que os seres vivos possuem algumas características específicas, classifique os seres vivos conforme o modelo que se pede:

1.



Nutrição: heterótrofo (não produz seu próprio alimento)

Reprodução: Sexuada

Respiração: Aeróbico

Reação: Sensibilidade; Capaz de reagir; movimentação

2.



Nutrição: \_\_\_\_\_

Reprodução: \_\_\_\_\_

Respiração: \_\_\_\_\_

Reação: \_\_\_\_\_

3.



Nutrição: \_\_\_\_\_

Reprodução: \_\_\_\_\_

Respiração: \_\_\_\_\_

Reação: \_\_\_\_\_

4.



Nutrição: \_\_\_\_\_

Reprodução: \_\_\_\_\_

Respiração: \_\_\_\_\_

Reação: \_\_\_\_\_

### ANEXO DO PLANO DE AULA III



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA



**PCM**

PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### ATIVIDADES DO PLANO DE AULA III

#### 1. Vídeo documental sobre “A DIVERSIDADE DE ANIMAIS NO PANTANAL”



<https://www.youtube.com/watch?v=wzzeLRxdN-A>

1. Anote o máximo de seres ou animais que você conseguir (faça uma lista)
  2. Tente fazer uma classificação destes seres (use seus critérios).
2. Ouça os sons produzidos pelos seres vivos e tente classifica-los considerando algum critério produzido por você.

## ANEXO DO PLANO DE AULA IV-A



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA



**PCM**

PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### ATIVIDADES DO PLANO DE AULA IV-A

#### “Humanidade conhece apenas 30% dos seres vivos que habitam a Terra”.

Estimativa é uma das mais otimistas, nossa ignorância pode ser ainda maior: exploração desenfreada da natureza e falta de investimento em pesquisa são as principais causas

Você já parou para pensar quantas espécies de seres vivos existem na Terra? Uma estimativa mais ou menos bem aceita entre a comunidade científica é a de 1,75 milhão de espécies diferentes. Um número alto, mas certamente inferior ao que existe fora das enciclopédias e catálogos: pesquisadores acham que esse cálculo representa apenas 30% dos seres vivos existentes. O resto ainda é puro mistério.

O número foi apresentado durante o Ciclo de Conferências 2013 da FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Há quem diga que 12 milhões de espécies ainda vagam desconhecidas por aí. Há quem diga que esse número ultrapassa a marca dos 100 milhões, o que faria com que o nosso conhecimento de hoje não chegue a dar conta nem de 2% da realidade. Para medir o tamanho da nossa ignorância, os cientistas comparam os grupos de organismos mais estudados com aqueles menos conhecidos. Estatísticas sobre novas descobertas também são levadas em conta na hora de fazer a estimativa.

No ritmo atual, levaria algo em torno de 2 mil anos para que conseguíssemos catalogar todos os seres vivos que de fato habitam nosso planeta. Se houvesse um investimento de 500 milhões a 1 bilhão de dólares por ano nesse setor, o tempo necessário poderia cair para 50 anos. Mas é sempre bom lembrar que isso são hipóteses e nada mais: por se tratar de seres vivos desconhecidos, a prática pode ser completamente diferente da teoria, por mais embasada e tecnologicamente avançada que ela seja.

Quando o assunto é biodiversidade, não dá para deixar de lado as agressões humanas contra a natureza - é por causa delas que um grande número de seres vivos some da face da Terra antes mesmo de ser descrito pela ciência formal. A fragmentação e a perda do habitat são os efeitos colaterais mais nocivos para o meio ambiente: quando um bioma é fragmentado, suas subdivisões ficam muito mais frágeis e as taxas de extinção costumam ser bem maiores nesses ambientes.

Link: <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI331822-17770,00-HUMANIDADE+CONHECE+APENAS+DOS+SERES+VIVOS+QUE+HABITAM+A+TERRA.html>

## ANEXO DO PLANO DE AULA IV-B



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



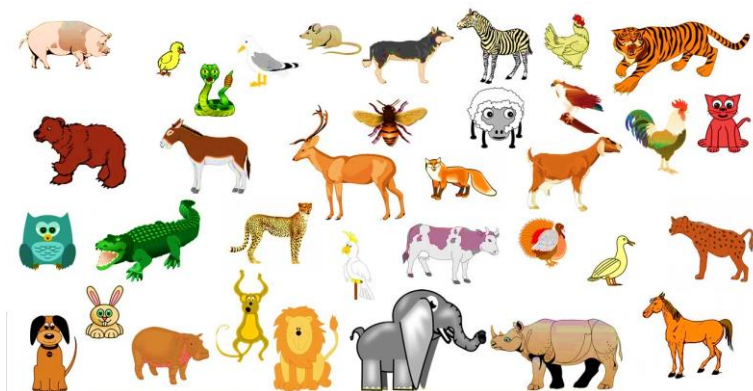
### ATIVIDADES DO PLANO DE AULA IV-B

3. **VAMOS PRATICAR! CLASSIFIQUE OS BOTÕES E EXPLIQUE QUAIS CRITÉRIOS UTILIZOU PARA ORGANIZÁ-LOS.**



Fonte: <http://pt.depositphotos.com/23618853/stock-photo-colorful-sewing-buttons-background.html>

4. **PROJEÇÃO DE DIVERSOS SERES VIVOS PARA CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS (ATIVIDADE EM GRUPO COM TRÊS ALUNOS)**



Fonte: <http://maestranuriaef.blogspot.com.br/2016/03/blog-post.html>

## ANEXO DO PLANO DE AULA V-A



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA



**PCM**

PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Apontamentos do texto:** Panorama histórico da classificação dos seres vivos e os grandes grupos dentro da proposta atual de classificação

Sônia Godoy Bueno Carvalho Lopes Fanly Fungyi Chow Ho

1. A primeira fase da classificação dos seres vivos começou na Antiguidade, com o filósofo grego Aristóteles (384-322 a. C): **o das plantas**, seres que não se movem, e **o dos animais**, que se movem;
2. Foi o primeiro a dividir os animais em vertebrados e invertebrados;
3. O filósofo Teofrasto (371 - 287 a.C.) classificou 500 tipos de plantas com base no seu modo de crescimento (árvores, arbustos, subarbustos e ervas), presença ou não de espinhos e cultivo ou não pelo ser humano;
4. Essa primeira fase de classificação dos seres vivos em plantas e animais estendeu-se até mesmo depois da descoberta do microscópio de luz;
5. Após o desenvolvimento do microscópio, o botânico, zoólogo e médico sueco Carolus Linnaeus (1707-1778) agrupou todos os seres vivos em dois reinos: o Reino Animal e o Reino Vegetal. Além desses, considerava o Reino Mineral para os seres inanimados;
6. John Hogg, em 1860, que introduziu o Reino Protoctista para esses organismos que não eram nem plantas nem animais, e a do naturalista Ernest Haeckel, em 1866, que introduziu o Reino Protista;
7. Em 1932 surgiu o microscópio eletrônico, propiciando estudos mais detalhados da morfologia celular. Esses estudos trouxeram reflexos na sistemática, com novas propostas para se entender a evolução dos seres vivos e, com isso, novas classificações e reinos;
8. Uma das classificações que teve influência na época foi a de Herbert Copeland, que em 1936 propôs um sistema de classificação em quatro reinos: **Monera** (bactérias); **Protoctista** (unicelulares eucariontes, multicelulares como algas e fungos), **Plantae** (fotossintetizantes) e **Animalia** (heterótrofos com tecidos);
9. Essa proposta foi posteriormente substituída, a partir de 1959, pelo sistema de cinco reinos de: Monera, Protoctista, Fungi, Plantae e Animalia;
10. surgiu outra elaborada por Carlos Woese, em 1977. Assim, estabeleceu uma categoria taxonômica superior a Reino, o **Domínio** e considerou que todos os eucariontes



podem ser reunidos em um único domínio, que chamou **Eucarya**. No caso dos procariontes, as diferenças são tantas que dois domínios foram estabelecidos: o Domínio Archaea e o Domínio Bactéria.



Sec. XVII  
Robert Hooke



Séc. XIX -  
Joseph Lister



1930 – Microscópio  
Eletrônico



Microscópio Digital  
Portátil

## ANEXO DO PLANO DE AULA V-B



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



### Classificação dos seres vivos: Como e por que classificá-los?

**Maria Sílvia Abrão - 13/10/2005**

Sabia que você nunca está sozinho no mundo? À sua volta, existe sempre uma imensa quantidade de seres vivos. Uma gota d'água pode conter milhares de minúsculas plantas e animais. Existem seres vivos habitando o solo, o ar, a água congelada, as águas profundas. A vida é encontrada em quase toda parte da Terra. As formas de vida são muito variadas: águas vivas, mofo do pão, pólen das plantas superiores, pássaros, vermes, plantas, cogumelos etc.

Mas, o que caracteriza um ser vivo?

Até o século 18, os seres existentes no universo costumavam ser divididos em três grupos: animais, vegetais e minerais. Com o avanço do conhecimento descobriu-se que animais e plantas tinham muito em comum, sendo bem diferente dos minerais. Assim, os cientistas dividiram os componentes da natureza em dois grandes grupos: seres vivos e matéria bruta.

Para distinguir os seres vivos dos seres não vivos (matéria bruta, como uma pedra) costumamos usar a seguinte definição: os seres vivos são aqueles que são constituídos por células, nascem, movimentam-se, têm reações aos estímulos físicos e químicos, crescem, desenvolvem-se, reproduzem-se e morrem.

**Tudo bem, mas...**

Então, é bastante simples caracterizar um ser vivo. Porém, se questionarmos alguns aspectos dessa definição dos seres vivos veremos que não é bem assim.

Para começar, verifique o significado de algumas palavras que aparecem no texto da definição:

1. Morrer significa o fim da vida.

2. Nascer significa vir ao mundo, vir à luz começar a ter vida.
3. Crescer significa aumentar em volume, grandeza ou extensão.
4. Desenvolver, fazer crescer, originar, gerar, produzir.
5. Reproduzir, produzir novamente, tornar a produzir.

Agora vamos pensar em alguns seres:

Uma bactéria é, sem dúvida, um ser vivo. Mas, as bactérias *nascem e morrem*? Durante seu processo de reprodução, as bactérias dividem-se ao meio por processos bastante complicados que recebem nomes especiais. Nesse processo um indivíduo é dividido ao meio dando origem a dois novos indivíduos. É possível definir quem morreu? Alguém morreu? Alguém nasceu?

Quando retiramos uma parte de uma planta e fazemos uma muda que crescerá, tornando-se uma planta grande como a que forneceu o galho, não conseguimos definir quando foi que essa planta nasceu. Afinal, podemos considerar que ela já era nascida, quando a retiramos da planta anterior.

Em que momento nascemos?

E nós, seres humanos, nascemos quando? No momento da fecundação? Quando o embrião se transforma em feto? Quando saímos do útero materno e ganhamos o mundo exterior? E quanto aos indivíduos que morrem logo após o nascimento? Esses não têm tempo de crescer. Por acaso, eles deixam de ter sido seres vivos por não terem se desenvolvido?

Vamos agora pensar em outros seres vivos: as mulas e os burros. Os dois são provenientes do cruzamento entre cavalos e jumentos (normalmente é usado um jumento e uma égua, o inverso é mais difícil) Esses animais são estéreis, embora raras vezes uma mula ou um burro possam procriar. No caso do burro, assim como a maioria dos cavalos e bois, costuma-se castrá-los. Esses animais não se reproduzem, seja porque não são capazes ou por que foram castrados. Então, eles deixaram de ser seres vivos?

E o vírus? Pode ser classificado como um ser vivo? Vírus são organismos muito simples, mais simples do que uma única célula, com ou sem núcleo definido. Os vírus possuem apenas uma cápsula proteica e o DNA. Não são formados por células e só se reproduzem utilizando-se de algum tipo de célula que exerça todas as funções necessárias, como uma célula vegetal, animal ou de uma bactéria. Durante os períodos de dormência, podem se assemelhar aos minerais apresentando-se na forma de cristal.

Uma fronteira?

Os vírus são caracterizados como seres vivos pela sua capacidade de reprodução. Como você pôde ver, não é nada simples definir um ser vivo. A única característica de um ser vivo que não gera nenhum tipo de contestação é o fato de se desenvolverem. Mas, se definirmos seres vivos como aqueles que se desenvolvem, o resultado é bastante vago.

O ideal é defini-los como estruturas formadas por células (reafirmando a teoria celular que hoje é plenamente comprovada), capazes de se desenvolver, e discutir o caso dos vírus, os quais não possuem células. Existem cientistas que consideram os vírus a "fronteira" entre a "matéria bruta" e a "matéria viva".

Necessidade de classificação

O homem tem a necessidade dar nomes a tudo o que ele conhece para organizar esses conhecimentos. Sendo assim, um dos trabalhos fundamentais das ciências é nomear todos os seus objetos de estudo e classificá-los, segundo critérios definidos, para facilitar a sua localização quando for necessário.



Os critérios de classificação são definidos pelos seres humanos, e assim os grupos se estruturam. Em um trabalho de classificação, portanto, o primeiro passo é estabelecer um único critério de classificação.

Animais e vegetais

Aristóteles foi o primeiro cientista que procurou classificar os seres vivos. Ele dividia os seres vivos em dois grandes grupos: animais e vegetais. Após a morte do sábio grego os estudos sobre os seres vivos ficaram praticamente esquecidos e só foram retomados a partir do século 14, com o Renascimento. Nessa época os artistas passaram a se interessar pela anatomia do homem e dos animais. A classificação dos seres vivos passou a ser uma grande preocupação dos naturalistas dessa época.

As classificações biológicas baseavam-se na observação direta dos indivíduos. Os pesquisadores estavam preocupados com a forma. Mas, imagine quanta confusão não apareceu? Uma lagarta é totalmente diferente de uma borboleta na sua forma, entretanto são duas fases da vida de um mesmo ser. Na realidade existem vários critérios diferentes de classificação que foram adotados ao longo dos tempos.

Lineu e a taxonomia

No final do século 18, os componentes da natureza foram divididos em dois grandes grupos: os seres vivos e não vivos. Carolus Linnaeus (1707-1778), ou simplesmente Lineu, um naturalista, foi quem criou o sistema pelo qual nomeamos os organismos hoje em dia. Ele é considerado o fundador da taxonomia. A taxonomia é ciência das classificações, é a sistemática da organização dos seres vivos em grupos.

Atualmente as classificações baseiam-se nas relações evolutivas entre os diferentes grupos de seres vivos. Essas relações são estabelecidas por meio de vários diferentes estudos: anatomia, composição química (DNA), comportamento etc.

Com o avanço da tecnologia, as pesquisas progrediram muito. Milhares de novos seres (principalmente microorganismos) foram descobertos. Atualmente os seres vivos são agrupados em cinco grandes grupos, conhecidos como reinos: Monera, Protista, Fungo, Vegetal e Animal.

Link: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/ciencias/classificacao-dos-seres-vivos-como-e-por-que-classifica-los.htm>

## ANEXO DO PLANO DE AULA V-C



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



**PCM**

PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

## ATIVIDADES PLANO DE AULA V

1. Localize e marque onde estão os nomes dos seres vivos que estão classificados no Reino Animalia.

Nomes de Animais - As palavras ocultas podem ser encontradas nos sentidos: Horizontal, Vertical ou Diagonal

L	G	A	S	D	Q	W	C	F	I	G	A	L	I	N	H	A	Y	W	K	ARANHA
Q	W	Q	J	O	E	T	L	N	M	M	Z	E	E	T	W	O	R	F	T	BODE
N	E	K	P	L	P	N	E	S	R	M	I	H	L	J	B	I	S	I	R	CACHORRO
T	D	P	I	C	C	O	C	D	V	P	E	I	X	E	R	A	W	U	O	COELHO
X	O	G	Q	P	U	R	G	V	J	V	U	V	H	Q	F	G	E	T	V	ELEFANTE
X	B	H	H	A	D	I	B	Z	O	Y	F	G	R	Z	A	A	A	U	I	GALINHA
U	R	I	B	Q	R	R	J	W	Z	O	M	O	D	M	O	P	N	Z	H	GALO
L	A	C	M	A	H	K	M	J	L	H	H	E	X	G	O	A	K	T	R	GATO
Q	Z	W	F	I	H	M	N	I	B	G	Z	T	A	B	L	P	F	J	E	GIRAFÁ
H	B	A	O	V	M	N	R	H	B	O	L	T	C	S	P	E	N	I	A	GRILHO
T	P	M	J	C	C	G	A	D	S	R	O	P	L	V	L	L	B	F	A	OVELHA
L	U	C	L	D	V	K	M	R	J	Y	T	B	O	H	L	E	O	C	K	PAPAGAIO
Z	R	F	A	E	L	N	O	N	A	C	U	T	Z	X	Y	L	S	M	K	PATO
S	O	P	U	Z	F	A	U	E	F	V	J	E	U	L	H	V	M	G	I	PEIXE
H	M	R	R	A	T	O	X	D	W	H	W	G	C	E	V	J	A	E	P	RATO
J	S	R	C	A	C	H	O	R	R	O	D	K	T	J	L	R	W	L	E	TIGRE
O	T	A	G	Y	P	E	P	L	H	I	E	C	J	I	M	B	S	V	H	TUCANO
Z	Z	I	F	W	D	C	P	X	B	K	R	N	U	K	G	D	T	M	W	URSO
A	H	L	E	V	O	W	V	F	G	A	L	O	N	V	G	R	Q	R	G	
R	O	N	I	Z	C	R	P	A	P	U	O	D	G	S	U	Z	E	P	B	

## ANEXO DO PLANO DE AULA VI –A



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA



**PCM**

PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Nome: \_\_\_\_\_ n° \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

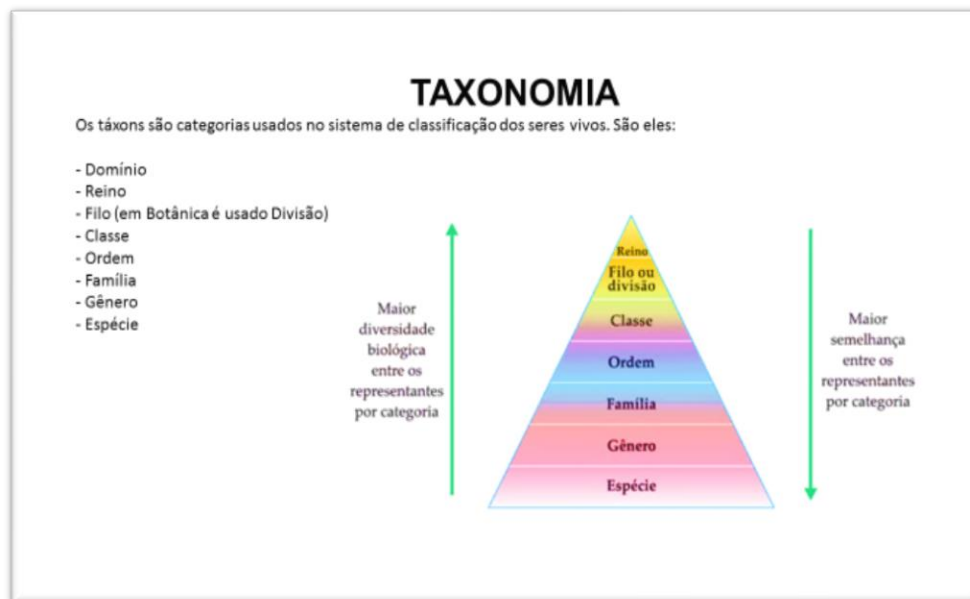
## ATIVIDADES PLANO DE AULA VI

1. PROJEÇÃO DOS SLIDES COM ALGUMAS ESPÉCIES RECÉM CATALOGADAS.



FONTE: MACHADO, 2017.

1. PROJEÇÃO DOS SLIDES COM REGRAS DE NOMENCLATURA.



## ANEXO DO PLANO DE AULA VI-B



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA



**PCM**

PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## ATIVIDADES PLANO DE AULA VI

1. MODELO DO CARD (FIGURINHA) para construção dos alunos.

### FRENTE



### VERSO

Nome Popular: Gato

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Classe: Mammalia

Ordem: Carnivora

Família: Felidae

Gênero: Felis

Espécie: *Felis catus*

Curiosidade:

Expectativa de vida: 15 anos

ANEXO DO



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA



**PCM**

PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Nome: \_\_\_\_\_ n° \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## CONVENÇÃO DOS SERES VIVOS - DRAMATIZAÇÃO



### ORIENTAÇÕES

Os alunos serão divididos em seis grupos (cada grupo estudará e discutirá sobre os aspectos gerais de cada um dos cinco reinos e dos vírus);

Para o debate na convenção, cada grupo definirá um representante para discursar sobre seu tema e refletir sobre a importância de cada ser para o equilíbrio da vida;

Cada grupo desenvolverá propor uma forma diferenciada de classificar os seres vivos (definindo critérios e defendendo-os);

Será projetado o slide abaixo como plano de fundo para mesa dos representantes, as demais decorações serão desenvolvidas e criadas pelos alunos.



**ANEXO DO PLANO DE AULA VIII –A**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA



**PCM**

PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Nome: \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_  
Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**ATIVIDADE FINAL**

1. Num primeiro momento estudamos sobre as principais características dos “seres vivos”. Escreva um pouco sobre como podemos identificar um ser vivo, mesmo sendo simples, de um ser não vivo?

---

---

---

2. Após as discussões na Convenção dos Seres Vivos. Qual a importância de se classificar os seres vivos? Além disso, será que é possível classificar os seres de outras maneiras?

---

---

---

3. Qual a importância de nomear cientificamente os seres vivos? Aliás, você pode dar um exemplo com a nomenclatura correta?

---

---

---



APÊNDICE B – TRANSCRIÇÕES DAS ATIVIDADES GRAVADAS AO LONGO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

3 – Classificando os Seres Vivos – Quais são seus critérios.	2 h/a	Vídeo documentário sobre “A diversidade de animais no Pantanal”; Vídeo oculto “Sons dos animais”; Classificação aleatória dos seres vivos.	Perceber a importância da classificação dos seres vivos; Compreender que são determinados diversos critérios para classificar os seres vivos; Reconhecer que existem muitas espécies não catalogadas e outras várias extintas;	Associar os estímulos auditivos, memória e atenção a identificação dos seres vivos e ordená-los com base em processos mentais superiores associativos.
--	-------	--	--	--

**Antes dos estímulos audiovisuais**

**Professor:** o que é classificar e para que serve?

**Aluno A23:** “é uma forma de separar espécies e ajudar, igual a abelha, tem a abelha normal e a rainha”

**Aluno A04:** “é separar as espécies de acordo com sua raça, por exemplo temos cachorros de muitas raças”

**Aluno A06:** “é separar e ajeitar as espécies”

**Aluno A16:** “serve para saber a ordem, posição.”

**Professor:** Como vocês classificariam a nossa turma?

**Alunos:** “por tamanho, por fila, por idade, meninos e meninas, quem usa óculos e não usa, quem está de boné ou não”

**Professor:** “então nós podemos utilizar vários critérios (formas) para classificar! Ok!”.

**Professor:** Eu posso classificar o A17 no mesmo grupo daquela árvore ali fora?

**Alunos:** “não”

**Aluno 08:** “mas a árvore e o A17 podem ser classificados como ser vivo e outras coisas como não vivos, não é!”.

Estímulo visual: Reprodução do vídeo: “A diversidade de animais no Pantanal”.

**Professor:** Comando: Solicitado para os alunos anotar o máximo de animais que você identificou ou conhece ao longo do documentário!

**Professor:** Diante dos seres vivos que vocês registraram no caderno, agora utilizando de um critério seu (pode ser qualquer um), classifique esses seres?

Tempo...

**Aluno A11:** “eu classifiquei os seres por aquáticos, terrestres e aéreos”

**Aluno A22 :** “classifiquei por predadores ou não”

**Aluno A05:** “usei o critério de nutrição: herbívoro, carnívoro”

**Professor:** Bom! Para identificar os seres e depois classifica-los vocês utilizaram um dos sentidos, qual?

**Alunos:** “a visão”

**Comando do professor:** Registrem no caderno números de 1 até 50 e conforme os sons dos animais listem na ordem que vão sendo projetados, se conseguirem identificar.

**Comando após a projeção:**

**Professor:** Bom! E daí pessoal, com o vídeo (visão) e o áudio (som) ficou mais fácil ou difícil poder classificar os animais?

Aluno A03: “Bem mais fácil, porque posso usar o som que ele produz e separar pela forma do seu corpo, por exemplo: pombo (aves) e o camelo e o boi em outro grupo”.

Aluno 05: “Ficou mais ou menos fácil, se você já souber o animal que produz o som sim, é só lembrar, mas senão souber fica meio perdido”

Aluno 22: “Tem que ficar bastante atento para perceber e depois colocar as informações que são parecidas entre os animais”

Aluno 11: “até que achei fácil, mas perceber exatamente os sons que os animais produzem não é nada simples...ah...por falar nisso... tenho uma curiosidade, por que animais produzem esses sons? E será que eles conseguem se comunicar igual os humanos?”

Aluno 18: “ficou mais fácil, mas tem alguns animais que tem uns sons assustadores né! O corvo e o lobo, credo, dá um medo só de ouvir!”

4 – A importância de classificar os seres vivos.	2 h/a	Classificando os seres projetados (critérios científicos) e organizando os vários botões.	Compreender historicamente como o ser humano classificou os seres vivos; Entender quais os critérios atuais para classificação dos seres vivos;	Identificar as características dos seres vivos em cada Reino, utilizando-se de processos cognitivos associativos, criativos e motivacionais e, por meio de memorização visual.
--	-------	---	---	--

**Comando Professor:** Bom, vamos lá pessoal! Agora que vocês estão divididos em grupos e, cada grupo tem 200 botões aleatórios em cada uma dessa caixinha, vocês terão que ordenar ou classificar de acordo com os critérios escolhidos pelo grupo. Em seguida cada grupo apresenta como ficou a organização dos botões e por que escolheram fazer uma organização assim.

**Alunos do grupo 1: A12** “classificamos os botões pelo tamanho, desse lado os botões maiores, aqui os menores e esses aqui os menores, e escolhemos por achar mais fácil identificar depois”

**Alunos do grupo 2: A02** “organizamos os botões de acordo com as cores, deste lado as cores mais quentes e do outro as cores mais frias, aprendemos semana passada esses negócios de cores, daí achamos que ficaria mais fácil de entender.

**Alunos do grupo 3: A19:** “classificamos os botões pelo número de furos, isso que percebemos. Aqui estão os botões com dois furos, para passar linhas, estes aqui têm três furos, e estes aqui quatro furos. Assim, ficou mais fácil



**Alunos do grupo 4: A23:** “os botões foram classificados de acordo com as cores, fizemos uma organização entre os mais claros e os mais escuros, depois ainda, divididos os mais claros em coloridos ou diferentes. Ficou mais fácil para o grupo perceber as diferenças.

6	–	2	Simulação de uma Convenção dos Seres Vivos (Dramatização).	Compreender quais as características dos seres em cada um dos reinos; Desenvolver o senso crítico – reflexivo sobre os critérios e formas de classificação dos seres vivos;	Exercitar diversas áreas funcionais do cérebro e correlacionar como os processos mentais superiores da cognição.
Compreendendo a		h/a			
Classificação dos					
Seres Vivos					

Convenção dos Seres Vivos – A atividade envolveu alunos da turma onde foram coletados os dados, bem como 8 alunos de outras turmas. Assim, ficou dividida em: cinco duplas especialistas em reinos e a plateia na configuração de uma convenção ou conferência sobre os seres vivos.

**Comando do professor:** Cada dupla terá um tempo estipulado para apresentar seu Reino e as informações sobre cada um deles. Mas antes de iniciar, vamos reproduzir um vídeo destacando o tema biodiversidade, que ilustrará praticamente exemplares de cada um dos reinos, a seguir começam as explicações.

Ao longo da convecção (alguns recortes)

#### REINO MONERA

**Alunos Representantes do Reino Monera:** “podemos fazer algumas perguntas para vocês? Existem mais bactérias ou células no corpo humano? Vocês sabem quantas bactérias existem no nosso corpo? Existem mais bactérias ruins ou boas no nosso corpo? Qual a importância das bactérias, se elas não existissem as pessoas existiriam?”

**Aluno A 23:** “ah sei lá, acho que mais ruins! Nossa fiquei confuso.

**Aluno A05:** “Existem mais células né, senão a gente ia ser bactérias e não pessoas (risos)”

**Aluno A21:** “Quantas bactérias? Nossa uns 2 bilhões, eu acho!

Aluno A22 “Acho que ia ter muitos problemas, por que as bactérias ajudam o nosso corpo e também come as coisas mortas”.

**Alunos Representantes do Reino Monera:** “se quiserem ver imagens de alguns tipos de bactérias, imprimimos algumas coloridas, estamos passando ok! Fica mais fácil para entender alguns tipos”.

Professor: Então para finalizar a apresentação de vocês, Qual a importância das bactérias?

Alunas Representantes do Reino Monera: “Ah é essencial para a vida, são elas que ajudam a produzir alguns alimentos (queijo, iogurte), também fazem parte do nosso corpo, que sem elas não funcionaria, por exemplo: o intestino.

## REINO PROCTISTA

**Alunos Representantes do Reino Proctista:** “Vamos ler algumas informações sobre o Reino Protista: são seres unicelulares, representados por algumas algas e protozoários e se reproduzem assexuadamente”. Também vamos mostrar alguns desses seres e algumas doenças sérias provocadas pelos protozoários neste cartaz. Aqui nessa foto (imagem) temos uma pessoa com a doença de chagas, provocada pelo Barbeiro, que pode aumentar o coração e levar a morte.

## REINO FUNGI

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “Bom fizemos também um cartaz, para mostrar alguns tipos de fungos ok”.

**Professor:** Por que vocês trouxeram o cartaz para apresentar?

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “para mostrar para as pessoas os tipos de fungos e também tem uns fungos diferentes que da para entender ser ver. Também tem imagens aqui sobre as doenças provocadas por fungos, que são imagens feias, que chama a atenção”

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “além dos fungos das imagens, também trouxemos amostras de fungos, um pão cheio de fungos e também uma laranja (mofado) e alguns champignons (cogumelos). Podemos passar para a turma?”

**Professor:** Antes de passar para a turma, só expliquem por que vocês trouxeram as amostras?

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “Fica mais fácil dos outros ver e perceber os fungos ao vivo, muitas vezes já vimos isso, mas agora teremos mais informações e vamos entender melhor e tomar cuidados com os alimentos contaminados por fungos”.

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** Pessoal, por que os fungos são importantes?

Aluno A06: “sem os fungos não conseguiria produzir alguns remédios e também os fungos, acho que ajuda na fermentação dos pães”

Aluno A05: “ah também eles fazem decomposição com as bactérias, pelo que eu li, ajudando a manter o equilíbrio da natureza”

AlunoA23: “nossa que nojo, esses negócios verde no pão e na laranja são fungos, aff! Já vi um monte disso mas não sabia (risos).”

## REINO PLANTAE

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “Vamos ler aquilo que escrevemos sobre as plantas depois explicamos tá! Daí trouxemos uma planta completa para os outros verem, com raiz, caule, folhas e outras coisas”

Algum tempo depois.

Aluno 15 “ Por que as folhas são verdes? Sempre fiquei curioso de saber por que não tem outra cor.

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “Existe folhas de outras cores tá, aquelas amareladas, vermelhadas, mas a maioria é verde porque tem uma estrutura chamada clorofila, que ajuda na fotossíntese e da essa cor verde para as folhas”

**Professor:** Por que vocês trouxeram essa amostra e como ela ajuda vocês explicarem sobre as plantas?

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “fica mais fácil, igual o pessoal que trouxe o pão ali. E também para identificar a raiz, caule, folhas e outras coisas que tem nas plantas”

**Professor:** Deixa eu fazer mais uma pergunta: Quando vocês buscaram informações, ou seja, estudaram para apresentar sobre as plantas, vocês aprenderam também sobre o assunto?

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “nossa e como! Deu um trabalhão, mas tivemos que pesquisar na internet, ver alguns vídeos para mostrar para os outros, senão ficaria muito chato. E aprendemos muito mais que só ficar resumindo no caderno ou copiando do quadro, mas também da vergonha de falar aqui na frente (risos).

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “Professor, vamos perguntar para dois alunos sobre o nosso trabalho ok! (A02) o que você entendeu sobre as plantas e porque elas são importantes? E agora o A21.

**Aluno A02:** “eu! ...é...achei muito legal, principalmente porque não sabia que as plantas tinham órgãos, e também gostei de saber sobre as raízes, caules e folhas”...ah sobre a importância, sem plantas não teria vida na planeta eu acho ou seria bem diferente.

**Aluno A21:** “aprendi bastante sobre as plantas, entendi melhor sobre a fotossíntese e esse negócio que tem nas folhas “estômatos” que servem para troca gasosa (isso nunca ouvi falar).

## REINO ANIMALIA

**Alunos Representantes do Reino Animalia:** “meu nome é A24 e eu A11, vamos explicar um pouco sobre os animais”. Também vamos mostrar um vídeo para ver alguns animais mais comuns no Brasil”.

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “Depois de assistir o vídeo, vocês viram um pouquinho de quantos animais diferentes tem no Brasil.

**Professor:** Os outros grupos trouxeram amostras, cartazes e por que vocês escolheram trazer um vídeo?

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “Mais fácil professor, e também achamos legal esse vídeo que mostra os animais da floresta amazônica e também alguns animais que nunca ouvi falar”.

## MOMENTO DAS PERGUNTAS

**Aluno A 26:** “Para os alunos do Reino Plantae: Como as plantas se reproduzem?”

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “bom elas podem se reproduzir sexuada ou assexuadamente”.

**Aluno A 10:** “Como vocês classificariam os animais?”

**Alunos Representantes do Reino Animalia:** “poderia ser classificado por tamanho de espécie, ou onde vivem e também pelas características”.

**Aluno A03:** “para o reino fungi: existem fungos que podem levar a morte?”

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “bom, tipo assim! Tem fungos que podem ser tóxicos e levar a morte, tem outros também que são “alucinantes”, não que provocam alucinações e aqueles que provocam doenças”.

**Aluno A03:** “ah mais uma, esse fungo aí, o orelha de pau, também pode matar?”

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “acho que mortal não, mas também pode provocar problemas para saúde, sei lá, se for comido pode provocar vômitos, diarreia e coisas assim, mas depende do local onde eles nascem”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS.

**Professor:** para cada dupla, já estudamos algumas formas de classificar os seres vivos, pensem numa forma diferente de classificar os seres vivos e respondam?

**Alunos Representantes do Reino Protista:** “fizemos um cartaz para apresentar, então aqui temos uma classificação em seres terrestres e aquáticos”.

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “ah! Pelo mais perigosos, comestíveis, ou também pelo alfabeto, tempo de desenvolvimento”.

**Alunos Representantes do Reino Monera:** “classificaria por ordem de descoberta, ou extinção, ou evolução”.

Professor: por que é importante estudar sobre os seres vivos?

**Alunos Representantes do Reino Fungi:** “para saber dos animais e outros seres, pois envolvem muitas coisas né!

**Alunos Representantes do Reino Protista:** “acho que é importante pode beneficiar o ser humano, pois tem bactérias que fazem bem para o nosso corpo”

**Alunos Representantes do Reino Animalia:** “é...para conhecer os seres que já foram extintos, para descobrir como eles eram e também se pode ocorrer algumas mudanças”

**Alunos Representantes do Reino Plantae:** “para tudo, para saber o que podemos comer ou não, que tipos de seres podem ajudar ou prejudicar, acho que para a nossa própria sobrevivência”.

**Alunos Representantes do Reino Monera:** “para o nosso conhecimento e para no nosso dia-a-dia, então cada um dos reinos traz um benefício para gente”

**APÊNDICE C – ALGUMAS AUTO AVALIAÇÕES DESENVOLVIDAS PELOS  
ALUNOS**



Nome

## avaliação das atividades

1. O que o uso de imagens e vídeos ajudou na sua aprendizagem?
2. a combinação sobre os novos vídeos foi positiva ou negativa? justifique.
3. Faça a pontuação em cada das atividades desenvolvidas e escreva resumidamente os pontos fortes e suas aquilões que gostaram ou não.

1. O uso das imagens me ajudou a saber qual daquelas bichos são abelhas, caracóis, e o uso de vídeos me ajudou a saber quantos bichos existem.

2. Foi positivo, por que tive algumas coisas de interesse como os fungos, tinha orelha de pal que eu não sabia que existia, e as bactérias tinha uma que eu achei muito interessante, era a Bactéria Bactéria. Eu achei muito interessante.

3. → caca-Palavra → Eu não sei porque eu não ligo no dia então para mim foi chato.

→ card → O card eu achei muito interessante por que os significados do nome dos animais eram muito interessante.

→ imagens → As imagens foram muito interessante porque tem animal muito interessante.

→ batatas → não sei não li no dia.



Nome: [REDACTED]

Classificação das atividades

- ① O que o uso de imagens e vídeos ajuda na sua aprendizagem?
- ② A conclusão sobre os seres vivos foi positiva ou negativa? Justifique.
- ③ Faça o mapa mental das atividades desenvolvidas e escreva resumidamente objectos e Bons ruins?

Respostas:

- ① AJUDOU MUITO POR QUE AULA TEM QUE SER DIFERENTE E FOI MUITO LEGAL, POR QUE DEPOIS DO VIDEOS E IMAGENS EU PENSEI ESSE É O PROFESSOR MAIS LEGAL QUE DÁ AULA MUITO LEGAL, E APRENDI QUE MAIS DE 10.000 MIL ESPÉCIE EXISTE NO MUNDO INTEIRO.
- ② POSITIVA. POR QUE DESCUBRIMOS VÁRIOS REINOS E CADA REINO PRECISA DOS REINOS E CADA REINO TEM SUA CLASSIFICAÇÃO E O MODO QUE PODE SER CONSIDERADA E TEM COISAS BOAS E RUINS DE CADA REINO.
- ③ GOSTEI MUITO DOS BOTÕES POR QUE ME AJUDOU A CLASSIFICAR CORES E E ASPECTO DELES ONDE CADA UM FICA





nome

### Avaliação Das Atividades

1- O que o uso de imagens e vídeos ajudou na sua aprendizagem  
ajudou em algumas atividades aprendo a classificar botões e os animais e também aprendo que no mundo existem mais de 700 de espe

2- A convenção sobre os seres vivos foi positiva ou negativa? justifique.

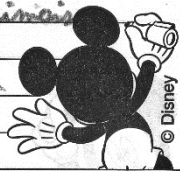
positiva; por que eles falaram sobre vários reinos e aprendi sobre coisa que eu não imaginava.

3- faça apontamentos das atividades desenvolvidas e escreva resumidamente aspectos bons e ruins

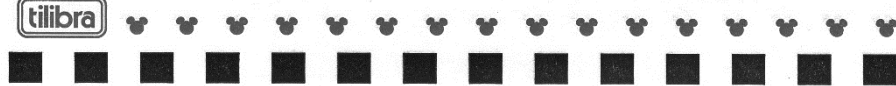
-> pens. por que isso tipo me desafiou a descobrir que animal que era e alguns foram fáceis por que eu ja conhecia os outros não

-> Botões: por que com os botões me ajudou a saber classificar

-> imagens: por que o prof. mostrou os animais que foram descobertos a pouco tempo isso me ajudou por que me fez descobrir novas especies de animais



tilibra



## Avaliação das atividades

- 1- O que o uso de imagens e vídeos ajudou na sua aprendizagem?
- 2- A convenção sobre os seres vivos foi positiva ou negativa? Justifique
- 3- Faça apontamentos das atividades desenvolvidas e escreva resumidamente aspectos bons e ruins.

## RESPOSTAS

- 1- Ajudou a entender mais sobre os seres vivos e sobre a classificação.
- 2- Positiva, pois nos deu a entender mais sobre os seres vivos e sobre os reinos.
- 3- Eu consegui entender com muita mais facilidade por causa da convenção porque nós discutimos, tiramos dúvidas e também explicamos uns aos outros sobre cada reino e sobre os seres vivos.



29/06/17

Jolie

Nome: [redacted] prof: Cleiton

avaliação das atividades

1) - Que o uso de imagens e vídeos ajuda na sua aprendizagem?

2) - A combinação de os dois meios foi positiva ou negativa? justifique?

3) - Jáoga espontaneamente das atividades desenvolvidas das e escreva resumidamente aspectos bons bons e ruins?

1-R: Me ensinam coisas enciclicas, e professor também colocou alguns ilusões de animais para agente aprender, e colocou sons de animais pra nós aprender que era.

2-R: positiva por que aprendi vários coisas legais, aulas, sons, coxa polanda, cord, combinação e imagens.

tilbra

