



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ALEX OLIVEIRA DE CASTRO CASTELO

PERCEPÇÕES DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE O SISTEMA NERVOSO

FORTALEZA

2016

ALEX OLIVEIRA DE CASTRO CASTELO

PERCEPÇÕES DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE O SISTEMA NERVOSO

Trabalho apresentado para à Coordenação do Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Alves Feitosa.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C345p Castelo, Alex Oliveira de Castro.
Percepções de alunos do Ensino Médio sobre o sistema nervoso / Alex Oliveira de Castro Castelo. – 2016.
51 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Raphael Alves Feitosa.

1. Modelos Mentais. 2. Sistema Nervoso. 3. Mapas Conceituais. 4. Ensino de Biologia. I. Título.

CDD 570

ALEX OLIVEIRA DE CASTRO CASTELO

PERCEPÇÕES DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE O SISTEMA NERVOSO

Trabalho apresentado para à Coordenação do
Curso de Graduação em Ciências Biológicas
da Universidade Federal do Ceará como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Licenciado em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Aprovado em: 08/07/2016

Prof. Dr. Raphael Alves Feitosa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

**Dedico este trabalho
a minha mãe, que sempre
me deu força, amor e carinho e me incentivou
a estudar, me deixando como maior
ensinamento, o conhecimento.**

AGRADECIMENTOS

À minha mãe (coroa) Leda Oliveira de Castro Castelo, por ser a melhor mãe do mundo. Por nunca ter medido esforços para que eu pudesse ter a melhor educação possível. Por todo o empenho, confiança, dedicação, carinho e amor que me foram passados e que foram fundamentais para minha formação pessoal e profissional.

Ao meu falecido avô Raimundo Castelo Branco de Abreu por ser a pessoa mais sábia que eu já conheci e um eterno exemplo a ser seguido de justiça e coragem.

À minha falecida avó Olga Plácido de Abreu por todo o amor e carinho que ela sempre teve por mim e por todos a sua volta.

À minha irmã Aline “Sammy” Oliveira de Castro Castelo por ser uma constante alegria para mim e para todos a sua volta.

Às minhas tias Irene Castelo de Abreu e Osimira Castelo de Abreu pelo carinho e estima que sempre tiveram para comigo.

Ao meu grande amigo e irmão de vida Francisco Breno Silva Teófilo por ter sido a principal inspiração do tema desse trabalho, pelos constantes conselhos e por ser um exemplo de responsabilidade, persistência, esforço e profissionalismo a serem seguidos, mas além de tudo isso por ser um grande irmão das curvas dessa highway durante todos esses anos.

À Tutora do PET-Biologia/UFC Professora Maria Izabel Gallão pela dedicação e competência no cargo de Tutora do Programa de Educação PET/Biologia/UFC, pela oportunidade dos ensinamentos que foram e sempre serão importantes para a construção da minha trajetória profissional e pessoal, mas acima de tudo pela amizade e simpatia com que sempre me presenteou durante todos esses anos.

Ao meu orientador Raphael Alves Feitosa pela dedicação, competência e paciência na orientação deste trabalho.

Ao Colega de turma Willer Oliveira Rocha, pela ajuda em todas as incontáveis vezes que o precisei em momentos decisivos ao longo do curso. À você, irmão a minha eterna gratidão.

Aos colegas do PET-Biologia/UFC: Aline Sombra, Andreza Rocha, Breno Teófilo, Carlito Alves, Filipe Rolim, Ítalo Hugo, Jamile Moreira, Kamila Medeiros, Larissa Batalha, Leonardo Coimbra, Lilian Glória Xavier, Luciana Furtado, Marina Kairy, Naele Rocha, Nathan de Paula, Patrícia Bruna, Raquel Colares, Raquel Ribeiro, Rômulo Mesquita, Samuel Regis, Tainnara Freitas, Thiago Guerra, Tuane Ribeiro, Victória Lima, Victórya Vieira e Yasmim Brandão.

Aos Colegas da minha turma: Ana Lídia Ribeiro, Bruna Miranda, Daniela Barros, Felipe Oliveira, Jéssica Arrais, Jéssica Rabelo, Jônatas Franco, Joyce Barbosa, Leonardo Coimbra, Luciana Furtado, Luiz Carlos, Manuela Pinheiro, Patrícia Bruna, Raquel Colares, Renan Santos, Terliane Dantas, Thais Costa, Willer Oliveira e Yasmim Brandão pelo companheirismo e ajuda.

Aos Colegas do Laboratório de Neurociências e Comportamento (LNC): Albert Layo, Amanda Aragão, Ana Carla, Analu Fonteles, Ana Paula Fontenele, Arnaldo Vieira, Carolina Souza, Diego Fernandes, Emerson de Oliveira, Jéssica Rabelo, Júlia Queiróz, Juliana Pereira, Julliana Catharina, Mara Fernandez, Marta Carmo, Neila Rocha, Patrícia de Araújo, Priscila Caracas, Profa. Geanne Matos, Thaís Araújo e Thales Viana pelo companheirismo e ajuda, pela boa convivência e acima de tudo pela oportunidade dos ensinamentos que foram e sempre serão importantes para a construção da minha trajetória profissional.

Aos Colegas que fiz durante o tempo que passei na Universidade de São Paulo (USP) e na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Aos Professores do Curso de Ciências Biológicas - UFC por terem me ajudado a construir alguns dos meus conhecimentos.

Aos grandes amigos e irmãos de vida: Alef Ribeiro, Daniel Gadelha, Fábio Renan, Herbert Duarte e Wilker Paiva pela eterna amizade, momentos de alegria e companheirismo durante todos esses anos.

**“You may say, I’m a dreamer
But I’m not the only one
I hope someday you’ll join us
And the world will live as one.”**

John Lennon

RESUMO

Modelos mentais constituem, na ciência cognitiva, um meio de caracterizar as formas pelas quais as pessoas compreendem e interagem com fenômenos de um modo geral e esse conceito de vem sendo usado na pesquisa do ensino em ciências. Este trabalho foi realizado em uma escola pública com 15 estudantes do ensino médio, e teve como objetivo analisar os modelos mentais que foram representados por esses estudantes a respeito do Sistema Nervoso (SN) e dessa forma gerar uma discussão com o intuito de contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem de ciências, particularmente de Biologia, na construção e desconstrução desses modelos mentais acerca Sistema Nervoso (SN). A abordagem metodológica usada nesse trabalho foi qualitativa, através do uso tanto de mapas conceituais quanto de um debate, no qual, os dados foram documentados e analisados por meio de diário de campo. Os resultados demonstraram que os estudantes representavam os seus modelos mentais de Sistema Nervoso (SN) categorizados em três categorias definidas. Esta pesquisa também buscou fazer uma reflexão sobre as metodologias de ensino utilizada em sala de aula, indicando algumas consequências e limitações para o aprendizado dos alunos e eventual justificativa para o surgimento desses modelos mentais nos estudados.

Palavras-chave: Modelos Mentais. Sistema Nervoso. Mapas Conceituais. Ensino de Biologia.

ABSTRACT

Mental models are, cognitive science, a means to characterize the ways in which people understand and interact with phenomena in general and this concept has been used in teaching science research. This work was conducted in a public school with 15 high school students and aimed to analyze the mental models that were represented by these students about the nervous system (NS) and thus generate a discussion in order to contribute to the improving the process of teaching and learning of science, particularly biology, construction and deconstruction of these mental models about Nervous System (NS). The methodological approach used in this study was qualitative, both through the use of concept maps as a debate, in which the data were documented and analyzed through field diary. The results showed that the students represent their mental models of nervous system (NS) categorized into three classes defined. This research also sought to reflect on the teaching methods used in the classroom, indicating some consequences and limitations to student learning and possible justification for the emergence of these mental models in the study.

Keywords: Mental Models. Nervous System. Conceptual Maps. Biology Teaching.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Justificativa e relevância do uso de Modelos Mentais no Ensino de Sistema Nervoso	14
1.2	Problematização	16
1.3	Objetivos	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Teorias da Aprendizagem	16
2.2	Breve Histórico da Corrente Cognitivista	18
2.3	Representações Mentais	21
2.4	Modelos Mentais	21
3	METODOLOGIA	25
3.1	Análise de conteúdo	28
4	RESULTADOS	29
4.1	Modelos Mentais Funcionais (MMF)	30
4.2	Modelos Mentais Superficiais (MMS)	34
4.3	Modelos Mentais Imagísticos (MMI)	37
5	DISCUSSÃO	43
5.2	Modelos Mentais Funcionais (MMF)	44
5.3	Modelos Mentais Superficiais (MMS)	45
5.4	Modelos Mentais Imagísticos (MMI)	46
5.5	Considerações pedagógicas acerca do desenvolvimento de Modelos Mentais	46
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
7	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

Entender o modo como alguns constructos são construídos e após serem construídos como eles afetam o meio pelo qual as pessoas apreendem saber determinado assunto desde sempre foram interesses pertinentes que eu tive. Perguntas como: “Como as pessoas podem aprender o que dizem saber?” “Por qual mecanismo subjacente acontece esse aprendizado?” ou ainda “As noções que achamos temos sobre algo ou algum fenômeno são realmente corretas ou às vezes são influenciadas por uma série de falácias?”.

Perguntas como essa estavam no meu imaginário, talvez, bem antes de entrar na universidade. No entanto, foi dentro do campo acadêmico, especificamente dentro do âmbito da educação, que essas perguntas se tornaram cada vez mais constantes e urgentes, tendência essa que foi aumentando na medida que o meu me deparava com por experiências novas que eu fui, agradecidamente, tento nos últimos anos.

Experiências essas que, cronologicamente, começaram com a minha disciplina de Psicologia da Aprendizagem, disciplina que eu cursei no meu primeiro ano de curso, pelo qual eu pude ter um contanto até então novo com o pensamento de grandes educadores, como Piaget e Vygotsky, e por meio deles um novo e interessantíssimo universo de ideais foram conhecidos, muitas dessas ideias que inclusive são discutidas ao longo desse trabalho. Ideias essas que foram desde a noção das teorias da aprendizagem até discussões contemporâneas sobre como a educação tem um papel transformador na sociedade por meio do gênio pernambucano de Paulo Freire.

Concomitante as exposições dessas novas ideias que eu estava me deparando nessa disciplina eu tive a oportunidade também de se introduzir na pesquisa, por meio de uma bolsa de Iniciação Científica que eu conquistei, bolsa essa que foi desenvolvida em um laboratório que estudava especificamente neurociências, particularmente, doenças neurodegenerativas.

No entanto, mesmo, aparentemente, assuntos como Parkinson e Vygotsky não terem convencionalmente muita relação, foi uma terceira experiência que conectou de forma imprescindível essa relação pesquisa-ensino, principalmente para um aluno da licenciatura, que eventualmente anos depois fariam eu me inspirar também para criar o tema desse estudo.

Esse terceiro momento foi a minha entrada em um grupo chamado PET Biologia UFC, grupo esse que, concidentemente, trabalha o tripé acadêmico da pesquisa, ensino e extensão, dentro das suas propostas de projetos. E foi nesse ambiente favorável que pude entender as relações que a pesquisa tinham com o ensino e vice-versa e como era algo muito benéfico

para um melhor ensino aprendizagem. E entender que no ensino sempre é bastante válido o docente utilizar metodologias alternativas para avaliar o que foi ou o que está sendo estudando dentro da sala de aula.

Um outro momento marcante e fonte máxima de inspiração para esse projeto foi durante o meu penúltimo semestre de curso, no caso, no período do meu estágio supervisionado no ensino médio I, circunstância essa em eu tive a oportunidade de observar uma atividade de construção de maquetes 3D de modelos de células que foi proposta pelo professor supervisor da turma e eu fui convidado para acompanhar essa atividade.

E observando o desempenho dos alunos eu pude observar uma série de dificuldades a respeito da compreensão correta de algumas representações básicas dentro do contexto biológico, por exemplo, conceitos como as dimensões de uma célula, as funções delas ou ainda uma profunda dissociação entre a importância que os mais variados tipos celulares têm para o funcionamento do nosso organismo, logo, seus organismos também. E foi nesse contexto que eu tive quase que um insight de desenvolver um projeto que me permitiria avaliar o que aqueles alunos a respeito, particularmente, dentro do sistema nervoso, que eu considero por ser um sistema aparentemente tão complexo um sistema que podia ser explorado.

E a partir dessa motivação inicial, e concomitante a ela um amigo estava também desenvolvendo na mesma escola suas atividades de estágio, e nas suas turmas ele estava aplicando uma metodologia nova para mim até então, uma metodologia chamada “modelos mentais”, na qual, eles as usou para fazer um diagnóstico quanto as representações que os seus alunos tinham sobre o conteúdo de “Biologia Celular”.

E na medida que eu discutia com esse amigo sobre a temática dos modelos mentais, eu estava achando cada vez mais interessante as implicações que essa teoria tinha e as intrigantes relações que ela fazia quanto a noção do aprendizado, culminando consequentemente, na decisão que eu tomei alguns meses depois de utilizar o uso de modelos de mentais para o desenvolvimento de um trabalho de conclusão de curso, no entanto, tomando a proximidade e importância que tinha da temática eu decidi por usar esse método dentro do contexto do sistema nervoso.

Todas essas experiências que foram determinantes para a escolha desse tema desembocaram na discussão que eu pude realizar com muito entusiasmo nesse trabalho, no qual, além de tratar de um assunto bastante atual e interessante eu pude por meio desse

projeto, dialogar com vários outros assuntos que eu sempre tive muito interesse, por exemplo, Filosofia, Psicologia, História, Neurociências e Educação.

E claro, por meio dessa temática eu consegui reunir tanto os conhecimentos prévios que eu tinha da pesquisa tanto quanto os conhecimentos no ensino e associa-los da forma que eu acredito que deve ser a forma mais satisfatória de elaborar novas abordagens educacionais, envolvendo a discussão de vários pontos de vistas.

E por fim, é importante ressaltar que esse trabalho não somente se propõe a fazer um diagnóstico do modo como os alunos representam determinados fenômenos ou fenômenos e os “aprendem” por meio do uso da metodologia de modelos mentais, esse estudo também tem o intuito de eventualmente pode ser consultado por docentes que compartilham das mesmas dúvidas que eu tive, sendo dessa uma forma de avaliar a partir desse diagnóstico e portanto criar possíveis intervenções que podem ser feitas para melhorar o aprendizado dos seus corpos discentes.

1.1. Justificativa e relevância do uso de modelos mentais no ensino de sistema nervoso

Como coloca Harrison e Treagus (1987, p. 509) “A cada dia de suas vidas, os estudantes interagem com o mundo natural, observando suas características, e conversando com outras pessoas sobre as ciências e suas ideias.” Dessa forma como os mesmos autores concluem que a partir dessas experiências “[...] os alunos desenvolvem explicações rudimentares ou modelos mentais generalizados de muitos fenômenos [...]”

Ou como expõe os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais (PCNS):

[...] mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de Biologia promova o desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia (BRASIL, 1998, p. 45).

Notavelmente, nas últimas décadas, muitos estudos e propostas curriculares têm advogado a indispensabilidade de se promover uma melhor aprendizagem para a formação dos indivíduos. E é justamente no âmbito do ensino básico, principalmente, que vários trabalhos estão tratando à despeito das contribuições dos processos de construção de analogias, de modelos e das representações na cognição do aluno.

Isto posto, dentro do contexto ao qual o trabalho se propõe, quando se trata de assuntos relacionadas às estruturas cerebrais, as macromoléculas biológicas ou outros órgãos internos do corpo, o processo de ensino-aprendizagem significativo exige a imaginação

conceitual de objetos e de eventos. Processo esse que como pontua Pelizzari *et al.* (2002, p. 38) para que se suceda é necessário que seja entendido como um “[...] processo de modificação do conhecimento, em vez de comportamento em um sentido externo e observável, e reconhecer a importância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento.”

Contemporaneamente, existe uma demanda social nas salas de aulas inerente sobre seu entendimento organizacional e funcional básico (sistema nervoso), já que como Nishida *et al.* (2008, p. 481) coloca:

Vivemos um período batizado de “Século do Cérebro” período onde se crê, haverá conquistas revolucionárias na área. A longevidade da população humana mundial está aumentando a cada década e junto, a frequência de doenças neurodegenerativas como as de Parkinson, Alzheimer, esclerose múltipla, acidentes vasculares cerebrais, etc. cujos custos hospitalares são extremamente elevados (NISHIDA *et al.* 2008, p. 481).

Desta forma, assuntos neurocientíficos estão cada vez mais presentes, principalmente, em decorrência, de como destacam Nishida *et al.* (2008, p. 481), da “[...] aquisição de várias ferramentas de procedimentos diagnósticos não-invasivos como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética que possibilitam o estudo do cérebro em pessoas acordadas [...]” Assim, como os mesmos autores concluem “[...] os avanços do conhecimento neurocientífico estão começando a fazer parte do nosso dia-a-dia nos grandes meios de comunicação.”

Inclusive os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais (PCNS) denotam a ideia da inclusão de noções do Sistema Nervos, especificamente, cronobiologia, na grade curricular de ensino.

O aspecto rítmico das funções do corpo humano pode ser abordado em conexão com o mesmo aspecto observado para os demais seres vivos, evidenciando-se o aspecto da natureza biológica do ser humano [...] Assim considerado – um sistema, fruto das interações entre suas partes e com o meio – pode se compreender que o corpo humano apresenta um equilíbrio dinâmico passa de um estado a outro, volta ao estado inicial, e assim por diante. [...] Esses ritmos apresentam um padrão comum para a espécie humana, mas apresentam variações individuais (BRASIL, 1998, p. 198).

E partindo dos expostos acima, frisando como aponta Rossi, Biasibetti e Boff (2012, p 1.) que “[...] atualmente vem sendo realizadas inúmeras discussões sobre a necessidade da elaboração de propostas inovadoras do currículo escolar”, logo, o uso dos modelos mentais pode ter um uso imprescindível no ensino podendo ser usado, por exemplo, para melhorar a aprendizagem de tópicos complexos que são abordados no Ensino Médio, especificamente, acerca do ensino de sistema nervoso.

1.2. Problematização

Diante do referido acima, esse trabalho pretende responder a seguinte pergunta:
Quais os modelos mentais que alunos do Ensino Médio de uma escola pública possuem acerca do Sistema Nervoso (SN)?

1.3. Objetivos

O objetivo geral desse trabalho é identificar os modelos mentais utilizados pelos alunos no processo de aprendizagem do Sistema Nervoso (SN) no Ensino Médio.

Já os objetivos específicos seriam:

- Discutir a importância desta identificação para o processo de ensino aprendizagem, mais especificamente na área da biologia.
- Discutir as possíveis contribuições no processo de ensino aprendido dos estudantes em sala de aula para a construção desses modelos mentais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Teorias da Aprendizagem

Bower; Hilgard (1983, p. 43) citam que conceitualmente a aprendizagem seria “[...] uma mudança no comportamento ou no potencial do comportamento de um organismo em uma situação determinada, que se baseia em experiências repetidas do organismo nesta situação.” Logo, como destaca Gonçalves (2007, p. 25) “A aprendizagem pressupõe, como tal, uma interação entre o sujeito, os seus comportamentos e o seu contexto de vida.”

À vista disso, teorias de aprendizagem seriam construções humanas para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos aprendizagem. Silva (1998, p. 11) traça que “As principais interpretações das questões relativas à natureza da aprendizagem remetem a um passado histórico da filosofia e da psicologia.”

A mesma autora ainda cita que “As transformações sociais, econômicas e tecnológicas impõem novas formas de ensinar e aprender.” (SILVA, 1998, p. 11) e que “[...] estas questões têm sido objeto de estudo de filósofos, psicólogos, educadores, neurocientistas, linguistas e tantos outros [...]” (SILVA, 1998, p. 11).

No entanto, apesar de que nem sempre consigam ser caracterizadas para serem categorizadas em uma já estabelecida corrente filosófica, no qual, essas teorias da

aprendizagem segundo Moreira (1999) se dividem principalmente em três grandes abordagens: humanista, comportamentalista e cognitivista.

Santos (2005, p. 19) complementa tratando do fator histórico como algo relacionada a cada uma dessas corrente, no qual, o mesmo frisa que essas abordagens “[...] procuram compreender o fenômeno educativo através de diferentes enfoques, muitos deles relacionados com o momento histórico de sua criação é desenvolvimento da sociedade da qual estavam inseridas.”

É no âmbito dessas amplas abordagens, primeiramente quanto ao humanismo, Júnior e Colvara (2010, p. 56) afirmam que “O humanismo, por exemplo, postula que o primordial nos processos de aquisição de conhecimento é o aprendiz, seus sentimentos, pensamentos e ações [...]” Isto é, o indivíduo é visto como um todo e não somente intelecto é a aprendizagem é penetrante e influi nas escolhas e atitudes do aprendiz. Barros (1987, p. 15) salienta sobre Carl Rogers, um grande expoente e representante do humanismo que ele “[...]procura evidenciar e transmitir uma grande confiança na potencialidade e sabedoria do homem para realizar as transformações necessárias ao mundo e aos povos através da Educação.”

Uma das máximas do humanismo é levantada pelo pernambucano Paulo Freire, um outro grande expoente dessa corrente. Freire (1979, p. 28) afirma que “[...] a educação, portanto, implica uma busca realizada por um sujeito que é o homem. O homem deve ser o sujeito da sua própria educação.” Sintetizando dessa forma a essência do que seria os principais aspectos teóricos do humanismo.

E em contraposição a esse posicionamento, o behaviorismo como expõem Júnior e Colvara (2010, p. 56) “[...] se opõe a esta visão, concentrando-se nos comportamentos do sujeito e responsabilizando fatores externos pela conduta humana.” Convencionalmente e historicamente o behaviorismo pode ser classificado em dois tipos: o behaviorismo metodológico e o radical. Ostermann e Cavalcanti (2010) explicam que “[...] o behaviorismo metodológico tem caráter empirista, pelo qual, todo ser humano aprendia tudo a partir de seu ambiente (o homem estaria à mercê do meio).” Ainda segundo os mesmos autores o behaviorismo metodológico “[...] também afirmava que o ser humano não possuía nenhuma herança biológica ao nascer, ou seja, nascia vazio no que se referia a qualquer informação (era uma *tabula-rasa*)”.

A outra vertente seria o behaviorismo radical, criado por B. F. Skinner. Pelo qual para Skinner, segundo Sérgio (2005, p. 248) “[...] o behaviorismo não é o estudo científico do

comportamento, mas sim, uma filosofia da ciência preocupada com os métodos e objetos de estudo da psicologia.”

Uma outra tendência surge com o cognitivismo, cujo amago seria a ação ou mecanismo pelo qual se é capaz de se conhecer algo, enfatizando o papel da cognição que como Júnior e Colvara (2010, p. 56) explicam “A cognição pode ser definida como o conjunto de processos mentais que envolve atenção, percepção, memória, raciocínio, juízo, imaginação, pensamento e linguagem.”

Suscitando os expostos a respeito das três teorias de aprendizagem em resumo o humanismo teria como enfoque teórico na pessoa, o comportamentalismo nos comportamentos observáveis e já o cognitivismo na cognição.

2.1. Breve Histórico da Corrente Cognitivista

Historicamente os debates a respeito da construção do pensamento cognitiva está profundamente enraizado em questionamentos de âmbito filosófico relativos ao estudo da mente remontam a, desde a Grécia antiga, a mais de 2.300 anos com grandes expoentes do pensamento ocidental que estiverem envolvidos.

Platão, por exemplo, discípulo de Sócrates instaurou grandes sistemas de pensamentos que iriam influenciar séculos de pensamentos a sua frente, entre esses pensamentos como a distinção entre o mundo das ideias e o mundo das coisas, como contribuição que como coloca Arruda (2003, p. 3) “Platão, por exemplo, partia do princípio de que os objetos reais são um reflexo do que existe no “mundo das ideias”, e que diante das coisas a alma de recorda do que já se sabia “a priori.” Dessa forma sendo uma representação da defesa da origem das ideias como algo inato ao indivíduo.

Um outro momento de resgate histórico sobre o tema foi deflagrado por um outro grande vulto da filosofia, mais especificamente da filosofia moderna, no caso, Descartes também tinha um pensamento comum a concepção de Platão a respeito da origem das ideias, como Howard Gardner conta no seu livro *A Nova Ciência da Mente* (1996, p. 66): “Descartes considerava que as ideias são inatas ao indivíduo, e não provenientes das experiências sensoriais [...]”

Outros proeminentes filósofos modernos como Locke, Hume e Berkeley também deram as suas contribuições para a discussão, no entanto, suas colocações foram contrárias a

essa tendência do “inatismo¹” defendido por Platão. É a partir dessas novas perspectivas, gerando novas controvérsias, através do debate desses grandes expoentes da filosofia sobre o assunto que como explica Arruda (2003, p. 3-4) que eles “[...] discordaram desta doutrina das ideias inatas e consideraram que o conhecimento provém dos fatos e concreto percebidos diretamente pelos sentidos.”

Mais modernamente, durante o século o fim do século XVIII, um alemão, talvez o maior filósofo do seu tempo, Immanuel Kant ² tentou sistematizar esses dois pontos de vista contrários como discorre Castañon (2007, p. 118) que no seu mais importante livro *Crítica da Razão Pura* “[...] a razão vê só aquilo que ela própria produz segundo seu projeto, e que, com os princípios dos seus juízos segundo leis imutáveis, ela deve estar à frente e obrigar a natureza a responder às suas perguntas.”

Dessa forma o mesmo autor ainda frisa que:

Kant inverteu estes papéis, afirmando que não é o sujeito que, conhecendo, descobre as leis do objeto, mas sim, ao contrário, que é o objeto, quando é conhecido, que se adapta às leis do sujeito que o conhece. Ou seja, é o sujeito, na atividade de representar o objeto, que o enquadra, ativamente, nas formas a priori de sua mente, construindo a representação deste (CASTAÑON, 2007, p. 117).

Contemporaneamente, particularmente, desde o final da década de 60, a psicologia cognitiva tem sido um dos panoramas de referência imperante dentro da psicologia científica. Eventualmente essa prevalência começou a surgir a partir da necessidade da comunidade científica em superar as deficiências de constructos teóricos/práticos de uma outra corrente, no caso, o behaviorismo.

Gonçalves (2007, p. 28) destaca que uma das principais dicotomias entre os constructos teóricos do behaviorismo e do cognitivismo, ocorrem pelo qual é tal qual “[...] como o conceito de comportamento fora a pedra chave para o behaviorismo, o conceito de conhecimento (entendido como organização e representação mental) é agora o novo núcleo teórico.”

¹ Doutrina filosófica que defende que os indivíduos nascem com saberes adormecidos que precisam ser organizados para se tornar conhecimentos verdadeiros. O professor só auxilia o aluno a acessar as informações (REVISTA NOVA ESCOLA, 2010, p. 56).

² Immanuel Kant (1724-1804) com o seu pensamento à respeito da temática foi tão influente que mesmo grandes autores do campo do ensino como Piaget se declarava herdeiro do pensamento kantiano, e aderido à sua tradição filosófica. (CASTAÑON, 2007).

Ostermann e Cavalcanti (2011) também destacam:

A corrente cognitivista enfatiza o processo de cognição, através do qual a pessoa atribui significados à realidade em que se encontra. Preocupa-se com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvido na cognição e procura regularidades nesse processo mental. Nesta corrente, situam-se autores como Bruner, Piaget, Ausubel, Novak e Kelly. Alguns deles são construtivistas com ênfase na cognição (Brunner, Piaget, Ausubel e Novak), ou enfatizam o afetivo (como Kelly e Rogers) (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010, p 31).

Como exposto pelos autores desde o seu surgimento o embasamento teórico da perspectiva cognitivista agrupou um conjunto muito amplo de pensamentos e vultos autores ligados as teorias da aprendizagem. Dentre eles o mais importante destaca-se as teorias do processamento de informação de. Outro autor de enorme influência seria o teórico cognitivo-estruturalista, J. Bruner. E claro, a teoria de Piaget, muito embora, como pondera alguns autores entre eles Gonçalves (2007, p. 30) Piaget estava “ [...] mais preocupado com o desenvolvimento do que com os processos de aprendizagem.”

Portanto a psicologia cognitivista se atentou em explicar fenômenos complexos como a linguagem a criatividade ou a resolução mental de problemas. E como frisa Gonçalves (2007, p. 28) “[...] a psicologia cognitiva pôs de lado a relutância em estudar fenômeno não observáveis e passou a centrar-se no estudo do funcionamento cognitivo.” Ou como coloca Santos (2005, p. 26) abordagem cognitivista “[...] dá condições para que o aluno possa aprender por si próprio.”

Nesse contexto, complementa Oliveira e Leite (2010):

As teorias cognitivistas entendem o ser humano como um sistema aberto, ou seja, consideram sua capacidade de processar novas informações, integrando-as a seu repertório individual, reconstruindo-as de forma única e subjetiva continuamente ao longo da vida, em direção à constante auto superação, e incorporando estruturas mentais cada vez mais complexas (OLIVEIRA; LEITE, 2010, p. 11).

Na atualidade muitos autores, entre eles Fonseca (2007) que afirma que além de ser uma nova tendência pedagógica são valiosos instrumentos para os profissionais e os estudantes que trabalham com educação especial e reabilitação. Ou como conclui Júnior (2010, p. 56) ao observar que “[...] os avanços tecnológicos e a atuação conjunta de estudiosos de diversas áreas influenciaram decisivamente a evolução da ciência e a maneira pela qual a própria psicologia considerava a mente humana.”

Isto posto, ao longo de tantos pontos e contrapontos que nortearam a evolução histórica do cognitivismo atualmente ele se configura como um dos pontos chaves na sociedade pós-moderna para uma maior autonomia no aprendizado abrindo espaço para a utilização de uma série de novas metodologias aplicáveis ao ensino.

2.3. Representações Mentais

Eisenck e Keane (1990, p. 203) apud Moreira (2009, p. 42) explicam que uma representação dentro do âmbito cognitivista seria “[...] qualquer notação, signo ou conjunto de símbolos que “re-presenta” alguma coisa para nós, na ausência dessa coisa.” Sendo essa “coisa” algo que para o indivíduo possui uma associação com o mundo externo ou com o mundo o interno, nesse caso, algo de caráter imagístico.

Moreira (2009, p. 43) continua classificando essas representações em externas ou internas (mentais), no qual, segundo o autor “As representações externas são coisas do tipo mapas, diagramas, pinturas, manuais, descrições escritas.” e as representações internas ou mentais “[...] como o próprio nome sugere, são maneiras de “re-presentar” internamente o mundo externo.”

E seguindo essa perspectiva conceitual do que seria representações mentais outros autores, por exemplo, Madeira (1987) apud Vasconcellos e Oliveira (2004, p. 2) define representações mentais como “[...] gerenciadoras do comportamento e da cognição humana.” Arruda (2003, p. 6) ainda pontua que essa “[...] crença de que a nossa relação com mundo real é intermediada por representação internas já era defendida por Descartes.”

Conforme Vasconcellos e Oliveira (2004) explicam:

O conceito de representações mentais são unidades de conhecimentos úteis para a construção de modelos e esquemas de como os sujeitos compreendem, raciocinam, recordam, reconhecem, percebem ou mesmo imaginam, atuando como processadores de informações da atividade superior humana. Essa organização está relacionada com o fato dos seres humanos serem capazes de “manipular” a realidade sem necessidade de estarem presentes. Em outras palavras, são capazes de criar uma imagem artificial do natural dentro de suas mentes, independentemente de que esta representação se converta em atos concretos de conduta (VASCONCELLOS; OLIVEIRA, 2004, p. 8-9).

Ainda nesse contexto a respeito do que seria uma representação mental Alves (2012, p. 1341) cita que a “[...] percepção real do objeto está diretamente relacionada à mesma percepção interna do objeto, e a representação simbólica é requerida quando a representação interna é usada para substituir eventos externos.”

Os mesmos autores ainda citam um clássico estudo realizado por Dadds e colaboradores ³ durante a década de 90 fizeram uma série de estudos clínicos utilizando encefalograma para analisar áreas cerebrais e qualificar o processamento cerebral de objetos é como conclusão desse estudo Alves (2012, p. 1341) afirmam que “[...] as áreas cerebrais envolvidas no processamento cerebral de um objeto são as mesmas ativadas durante a

³ Título do trabalho original: *Imagery in Human Classical Conditioning*. Psychological Bulletin, 1997.

imaginação visual do mesmo objeto.” E segundo os autores isto “[...] apoia a evidência de que a percepção e a imaginação dividem as mesmas propriedades funcionais.”

Muito autores afirmam que as representações mentais podem ainda ser subdivididas em outras classificações conceituais, como Moreira (1996, p. 194) coloca “Em princípio, pode-se distinguir entre representações mentais analógicas e proposicionais.” Eisenck e Keane (1994, p. 184) apud Moreira (1996, p. 194) descreve primeiramente a representação analógica como algo que “[...] representam entidades específicas do mundo exterior), organizadas por regras frouxas de combinação e específicas à modalidade através da qual a informação foi originalmente encontrada.”

Já a representações proposicionais como o mesmo autor coloca seriam construções “[...] abstratas, organizadas segundo regras rígidas e captam o conteúdo ideacional da mente independente da modalidade original na qual a informação foi encontrada, em qualquer língua e através de qualquer dos sentidos” (MOREIRA, 1996, p. 194).

Quanto as representações proposicionais, Moreira (1996) esclarece:

Estas representações (representações proposicionais) são “tipo-linguagem”, mas trata-se de uma linguagem que não tem a ver com a língua nem com a modalidade de percepção, é uma linguagem da mente que poderíamos chamar de “mentais”. Representações proposicionais não são frases em uma certa língua. São entidades individuais e abstratas formuladas em linguagem própria da mente (MOREIRA 1996, p. 194).

Como Vasconcellos; Oliveira (2004, p. 2) concluem “[...] essas definições representações mentais objetivavam mostrar que toda atividade cognitiva humana pode ser descrita em termos de símbolos, esquemas, imagens, ideias e outras formas.” Ou seja, segundo os mesmos autores as representações mentais “[...] são responsáveis pela compreensão das relações entre objetos da realidade que viabilizam uma ação eficaz no mundo, e compreendem desde um simples comportamento motor até a produção de conhecimentos” (VASCONCELLOS; OLIVEIRA, 2004, p. 5).

2.4. Modelos Mentais

Ainda dentro dessas conjunturas acerca das representações, essa distinção que foi feita e já citada das representações mentais em representações analógicas e proposicionais ainda perdura em debate dentro da Psicologia Cognitivista, particularmente, a respeito de qual forma o nosso conhecimento seria realmente ordenado e foi justamente nesse cerne que

Moreira (2009, p. 44) coloca que os psicólogo britânico Philip Johnson-Laird em 1983 ⁴ propôs “um terceiro”⁵ construto representacional que são os “modelos mentais”.

Júnior *et al.* (2010, p. 56) complementa colocando que a contribuição de Johnson-Laird foi em considerar que “[...] ambas as formas de representação (analógicas e representacionais) e as distinguindo com maior clareza.”

Arruda (2003, p. 8) também complementa afirmando que com o surgimento da ideia de modelos mentais houve uma “trégua conceitual” nesse debate, já que para a mesma os modelos mentais seriam “uma proposta alternativa que abranda esta polêmica”, já que ainda segundo a autora ele traz consigo a “[...] a vantagem de passar ao largo dessa discussão sobre as imagens serem ou não processadas proposicionalmente.”

E dessa perspectiva, Júnior *et al.* (2010) esclarece:

Para Johnson-Laird (1983), embora a representação analógica seja condição necessária e, às vezes, suficiente para a existência de um modelo mental, eles (modelos e imagens) se distinguem ao passo que imagens representam aspectos particulares em relação a algo, enquanto um modelo mental pode ser caracterizado como uma representação mais ampla e genérica (JÚNIOR *et al.*, 2010, p. 56).

Eisenck e Keane (1990, p. 235) apud Moreira (2009, p. 44), complementam afirmando que um modelo mental seria “[...] uma representação que pode ser totalmente analógica, ou parcialmente analógica e parcialmente proposicional, que é distinta de uma imagem, porém relacionada a ela.”

E muito embora muitos autores como Borges (1997) coloquem que apesar de ser utilizado há décadas, não exista ainda uma definição explícita do que seria um modelo mental. O mesmo autor do mesmo trabalho disserta que um modelo mental seria “[...] um modelo que existe na mente de alguém.” No qual para o autor “[...] intuitivamente a ideia é simples: pensar envolve a criação e a internalização de modelos simplificados da realidade” (BORGES, 1997, p. 208).

Historicamente, Arruda (2003) traz um resgate histórico afirmando que quem primeiro postulou a ideia a respeito e sobre os modelos mentais foi um psicólogo britânico chamado Kenneth Craik ⁶ no início da década de 40. O qual, Johnson-Laird *et al.* (1998, p. 1) e Schwamb (1990, p. 4) apud Arruda (2003, p. 8) afirmam que segundo o proposto de Craik “[...] a mente constrói modelos em pequena escala da realidade, que usa para se antecipar a eventos, raciocinar e embasar explicações.”

⁴ Título original: Johnson-Laird, P.N. (1983) *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

⁵ Os outros dois constructos seriam as proposições e imagens.

⁶ Título original: Craik, K. *The Nature of Explanation*. Cambridge: University Press, 1943.

E partir desse marco histórico com a obra de Craik, Borges (1999) reitera:

Modelos e modelos mentais são correntemente empregados em diversas áreas do conhecimento, tais como em Filosofia (ver, por exemplo, Giere, 1988), na Psicologia (Mayer, 1989), no estudo de Sistemas Homem-Máquina (Rouse e Morris, 1986), no estudo da Interação Homem-Computador (Carroll, 1991; Rogers, Rutherford & Bibby, 1991), na Compreensão de Texto e Linguagem (Johnson-Laird, 1983) e em Educação (Mayer, 1992) (BORGES, 1999, p. 2).

Ou seja, a ideia do uso de modelos mentais desde Craik sempre foi algo recorrente em inúmeros contextos diferentes, entretanto, foi somente em 1983, pelo que é relatado em vários trabalhos, que as ideias de modelos mentais foram difundidas com a publicação de dois livros sobre o assunto. O primeiro desses foi publicado pelos autores Genter e Stevens e o segundo pelo já citado Johnson-Laird. E como Borges (1999, p. 2) cita “As duas obras partem de pressupostos distintos e serviram para caracterizar dois tipos de modelos mentais.”

Dentro desse âmbito, (Hampson e Morris, 1996, p. 243) apud Moreira (1996) define que o modelo mental proposto por Johnson-Laird:

[...] sugere que as pessoas raciocinam com modelos mentais. Modelos mentais são como blocos de construção cognitivos que podem ser combinados e recombinados conforme necessário. Como quaisquer outros modelos, eles representam o objeto ou situação em si; uma de suas características mais importantes é que sua estrutura capta a essência (se parece analogicamente) dessa situação ou objeto (MOREIRA, 1996, p. 195).

Borges (1999) ainda acrescenta que a teoria de Johnson-Laird distingue três diferentes tipos de representações mentais, nas quais, seriam elas, segundo o autor, as representações proposicionais, que seriam “cadeias de símbolos que correspondem à linguagem natural”; os próprios modelos mentais, que seriam “análogos estruturais de coisas e processos que existem ou ocorrem no mundo” e por último as imagens, que seria “os correlates perceptuais dos modelos de um ponto de vista particular” (BORGES, 1999, p 3).

Greca e Moreira (1998) apud Tauceda e Del Pino (2010) a respeito da correlação entre modelos conceituais e modelos mentais citam:

A necessidade de representar o mundo para compreendê-lo, dando significado à suas percepções, faz parte das funções psicológicas humanas e existe tanto nos cientistas como nos alunos em sala de aula. Os primeiros constroem modelos conceituais, isto é, modelos inventados por pesquisadores para facilitar a compreensão e o ensino dos fenômenos naturais. Os modelos conceituais são representações externas, precisas, consistentes, de estados de coisas. Porém, os modelos dos alunos, ou de qualquer indivíduo, inclusive os que criam modelos conceituais, são modelos mentais, ou seja, modelos que as pessoas constroem para representar estados de coisas. Estes modelos não precisam ser tecnicamente acurados, mas devem ser funcionais (TAUCEDA e DEL PINO, 2010, p. 338).

Ainda no cerne dessa distinção Borges (1999) esclarece:

Os modelos usados na ciência, sejam eles teóricos ou matemáticos, são criações dos cientistas, propostos para explicar fenômenos numa dada área da ciência. Eles são submetidos à crítica, às vezes, são revisados ou ampliados, à medida que outros cientistas se engajam num processo de examinar as explicações possíveis para cada modelo. Eventualmente, alguns deles ganham aceitação e são disseminados via livros-texto e cursos. Um modelo científico supõe a existência de uma correspondência estrutural entre sistemas distintos e deve satisfazer a dois critérios: ser conceitualmente compreensível e produtivo. Contrastando com o caráter público dos modelos científicos, os modelos mentais são pessoais e só existem na mente de cada sujeito. Em ambos os casos, no entanto, o modelo é o mediador entre a realidade e a mente humana. Eles falam tanto de nós mesmos de nosso conhecimento prévio, de nossa experiência e forma de pensar como da realidade externa fenômenos, objetos, processos- que está sendo modelada. Sua utilidade vem justamente do fato de que ele é uma representação simplificada do sistema representado. Nesse sentido, um modelo capta apenas alguns elementos, selecionados por quem o constrói, daquilo que ele representa e, portanto, é da natureza dos modelos serem incompletos (BORGES, p. 1-2, 1999).

Portanto, como Moreira (1996, p. 210) conclui, de forma bastante simples e didática, a ideia de modelos mentais seria a de que “[...] se uma pessoa é capaz de andar pela casa no escuro sem grandes problemas é porque ela tem um modelo mental espacial de sua casa.” Ou ainda de se “uma pessoa é capaz de explicar como funciona uma geladeira é porque ela tem um modelo mental relacional, ou dinâmico, desse dispositivo físico” (MOREIRA, 1996, p. 210).

No entanto, vale ressaltar como pontua Normam (1983) apud Tauceda; Del Pino (2010) os modelos mentais são “[...] incompletos; instáveis (pois as pessoas podem esquecer detalhes do sistema modelado); com fronteiras não bem definidas (elementos e operações podem ser confundidos entre si) e que refletem as crenças das pessoas sobre a natureza (não científicos).”

Dessa forma os modelos mentais podem cumprir um papel fundamental no que se refere a sua função de construção de conhecimentos, pela qual, novas estratégias de aprendizagem podem ser desenvolvidas partindo do princípio que os conteúdos de uma determinada “operação cognitiva” podem ser transportados para a resolução de outros problemas semelhante, gerando assim aprendizado.

3 METODOLOGIA

Este estudo foi realizado no período de abril a junho do ano de 2016, em uma escola pertencente à rede estadual de ensino na cidade de Fortaleza, Ceará. Foram pesquisados 15 alunos, com faixa etária entre 16 a 19 anos tanto do sexo masculino quanto feminino, do Ensino Médio, na disciplina de Biologia.

Somente um professor-pesquisador, no caso, eu, foi responsável pela aplicação da pesquisa e análise dos mapas conceituais. Sendo dedicado uma de aula de cerca de 50 minutos para à realização da tarefa-instrucional. E após a realização da tarefa instrucional foi dedicado mais uma aula de cerca de 50 minutos para a realização de um debate com os estudantes, no qual, foi utilizado como ferramenta de coleta de dados, o diário de campo.

Na compreensão de alguns processos que ocorrem na aprendizagem em biologia, foi escolhida a forma gráfica de representação (mapas conceituais). Os alunos produziram documentos (mapas conceituais) em uma tarefa instrucional relacionada aos modelos conceituais que foram desenvolvidos em aula.

Assim, a tarefa instrucional que foi solicitada para os estudantes foram construir um mapa conceitual mostrando como seria organizado o Sistema Nervoso (SN), por meio da comunicação entre os neurônios, mostrando também como essas informações são transmitidas ao longo do SN para promover assim o funcionamento correto das várias funções no nosso organismo.

Quanto a escolha da utilização de mapas conceituais ela foi justificada intrinsecamente pela sua natureza, já que como pontua Moreira (2013, p. 1) mapas conceituais são “[...] diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos.”

Quanto a natureza da tarefa instrucional segundo Vosniadou (1994) apud Tauceda e Del Pino (2010, p. 340) ela fundamentou-se em uma “[...] questão do tipo “generativa” (produtiva, não factual), isto é, questões que não podem ser respondidas através de simples repetição de informação não assimilada e compreendida.”

Ainda em relação a esse tipo de tarefa instrucional Greca e Moreira (1997) apud Tauceda e Del Pino (2010, p. 340), citam que esse formato de pergunta “[...] tem maior potencial para fazer com que os alunos busquem em sua base de conhecimentos, a informação relevante para construir um modelo mental [...]” ou “[...] recupere da memória de longo prazo um modelo já construído.”

A utilização dos mapas conceituais na realização dessa tarefa instrucional seria uma metodologia adequada, já que o uso do mesmo possibilitaria aos estudantes expor os modelos mentais que eles teriam de forma relacionável e integrativa o que encaixaria satisfatoriamente com a tarefa instrucional de representar fenômenos biológicos abstratos, no caso em questão, o sistema nervoso.

As representações contidas nos mapas conceituais produzidos pelos alunos denotariam as suas explicações e interpretações acerca dos problemas apresentados na tarefa instrucional, ou seja, os seus “modelos mentais” para os fenômenos biológicos, suas causas e consequências. E embora sejam modelos dos próprios indivíduos, os mesmos não podem estar em total conformidade com as teorias científicas vigente atualmente.

E estes modelos referenciaram-se aos conhecimentos relativos ao Sistema Nervoso, por exemplo, a sua organização, sua estrutura e relação com a informação nervosa, seus diferentes níveis de organização e os processos biológicos envolvidos na integração dessas informações para o funcionamento correto das várias funções no nosso organismo.

Após a realização da tarefa instrucional foi debatido com os estudantes a respeito das concepções que eles tinham sobre o Sistema Nervoso e posteriormente foi feito os devidos esclarecimentos sobre o assunto e também feito alguns questionamentos aos mesmos sobre o modo como era ministrado esses conteúdos em sala de aula.

No qual, inicialmente, foi perguntando a eles cerca de 5 perguntas, as quais foram respectivamente: 1. “O que seria e para que servia o Sistema Nervoso? ”; 2. “Como o Sistema Nervoso funcionava? ”; 3. “O que era um neurônio e como ele funcionava? ”; 4. “A palavra “sinapse” é um conceito familiar para vocês e se sim, como ela funciona é para que ela serve? ”; 5. “Vocês sabem de algum fenômeno no organismo de vocês que Sistema Nervoso é responsável por controlar ou regular e se sabem, como ele faz isso? ”.

Quanto a justificativa da realização do debate posteriormente a aplicação da tarefa instrucional Vygotsky (1998) afirma que o debate se constituiu de uma atividade intervencionista baseada no pressuposto de que o entendimento das opiniões e conceitos que os alunos trazem de para a sala de aula é indispensável para o trabalho docente, pois o professor intervém como um guia dos processos de construção mental do estudante para transformar as concepções espontâneas destes em conceitos científicos.

Já quanto a escolha do uso do diário de campo como metodologia de coleta ela se embasa tanto no que, por exemplo, afirma Alaszewski (2006, p. 1) o qual, destaca que o diário “[...] é um documento criado por um indivíduo que mantém ou manteve um registro regular, pessoal e contemporâneo”. Por sua vez, Zaccarelli; Godoy (2010, p. 551) atribuem quatro características para um diário que foram relevantes para a justificativa dessa metodologia nesse trabalho, dentre essas características estão: o fato da regularidade do registro ser uma sequência de entradas regulares durante um período de tempo, de ser pessoal, de ser também um material que permite que os registros sejam feitos no momento ou perto o suficiente do momento em que os eventos ou atividades ocorreram e por último por ser um material em que

o indivíduo documenta fatos relevante e importante e também a inclui o relato de eventos, atividades, interações, impressões e sentimentos.

Portanto, o uso do debate posterior a aplicação da tarefa instrucional se prestou como uma forma tanto para embasar e complementar os resultados que foram analisados com o uso dos mapas conceituais, por meio da coleta da opinião e conceitos desses estudantes, quanto para intervir e permitir que os alunos modifiquem as suas concepções espontâneas em conceitos científicos, permitindo uma melhoria conceitual dos seus modelos mentais.

3.1. Análise de conteúdo

Segundo Bardin (2011, p. 15), “[...] a análise do conteúdo é um conjunto de instrumentos de cunho metodológico em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a discursos (conteúdos e continentes) extremamente diversificados.” Ou seja, a análise de conteúdo, trata-se de uma série de técnicas que faz uso de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de um conteúdo em específico. Pelo qual, esses procedimentos podem ser de natureza qualitativa e/ou quantitativa.

Nesse trabalho escolheu-se como ferramenta a análise de conteúdo de natureza qualitativa tanto para a análise dos mapas conceituais quanto para o diário de campo seguindo a proposta feita por Bardin (1977) no qual, compreendeu 3 fases: 1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A partir dos dados coletados tanto dos mapas conceituais quanto do diário de campo a pré-análise consistiu em uma série leituras repetitivas do material coletado com a conseguinte exploração desse material por meio da análise das informações contidas neles sob uma perspectiva crítica para posteriormente serem interpretados dos resultados, através, de critérios conteudistas e propositivos que consistiram em comparar conteúdo que foi tanto representado nos mapas conceituais quanto nos depoimentos dos estudantes com os modelos científicos predominantes atualmente sobre o Sistema Nervoso e partir disso inferir em qual categoria melhor esses conteúdos se classificavam.

Ainda dentro da fase interpretativa/inferencial da análise de conteúdo esses Modelos Mentais foram categorizados, respectivamente, dentro de três categorias de Modelos Mentais, segundo uma classificação adaptada do trabalho de Tauceda e Del Pino (2010) intitulado “Modelos e outras representações mentais no estudo do DNA em alunos do ensino médio”.

- I. Modelos Mentais Funcionais (MMF), no qual, seriam modelos que articulam tanto mapas conceituais quanto descrições de maneira explicativa corretas, ou seja, de maneira funcional.

- II. Modelos Mentais Superficiais (MMS) que seriam modelos que predominam tanto mapas conceituais quanto descrições de maneira explicativa simples, porém de uma forma geram corretas, no entanto em parte funcional, ou seja, de forma superficial.
- III. Modelos Mentais Imagísticos (MMI) pelo qual os estudantes representam tanto mapas conceituais quanto descrições sem função explicativa, ou seja, produtos de uma intuição imaginativa incorreta dos estudantes do modo de que para eles o sistema nervoso opera.

Portanto, essas categorias inferiram as percepções que os estudantes teriam sobre esse conteúdo do Sistema Nervoso (SN), em ordem do mais correto, no caso, dos Modelos Mentais Funcionais (MMF) aos mais incorretos, no caso, Modelos Mentais Imagísticos (MMI). Permitindo assim, uma análise inferencial/individual de cada categoria diante do conteúdo que foi representando em cada modelo mental.

O diário de campo também foi analisado mediante um caráter qualitativo e ocorreu por meio da coleta das respostas transcritas que alguns estudantes verbalizaram durante a realização das perguntas feitas a eles. Essas respostas foram analisadas seguindo as etapas já citados acima.

Especificamente, sobre ao questionamento final aos estudantes quanto ao caráter de como maneira era explicado para os mesmos os assuntos ligados ao Sistema, essa análise ocorreu seguindo de forma similar a etapa de pré-análise e exploração do material já citados, no entanto, quanto a interpretação ela foi feita à luz de referências bibliográficas distintas para embasar as inferências que serão feitas posteriormente na Discussão.

4 RESULTADOS

A análise qualitativa dos mapas conceituais e dos relatos coletados pelo diário de campo indicou que os estudantes formaram Modelos Mentais do Sistema Nervoso (SN) dentro das três categorias de Modelos Mentais descritos anteriormente.

De uma forma geral, as análises dos mapas conceituais indicaram que quantitativamente cerca de 33% dos estudantes representaram Modelos Mentais categorizados como Modelos Mentais Funcionais (MMF), já apenas cerca de 20% dos alunos representaram Modelos Mentais Superficiais (MMS) e a maioria, cerca de 46% dos estudantes representaram Modelos Mentais Imagísticos (MMI).

Quanto as análises dos diários de campo indicaram que os estudantes também demonstraram possuir Modelos Mentais Funcionais (MMF), Modelos Mentais Superficiais

(MMS) e Modelos Mentais Imagísticos (MMI) acerca do Sistema Nervoso (SN) através dos seus depoimentos da mesma forma que na análise realizada através dos mapas conceituais, no entanto, em uma proporção por categoria diferente do que o observado nos mapas conceituais.

4.1. Modelos Mentais Funcionais (MMF)

De um modo geral, os Modelos Mentais Funcionais (MMF) representados pelos mapas conceituais representaram que o Sistema Nervoso se dividia em Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP). E quanto a sua divisão a nível celular o sistema nervoso seria composto por uma unidade básica que uma célula nervosa denominada neurônio e que todos esses componentes têm a função de gerar algum processo integrador que permita a regulação de algum processo básico no nosso organismo, ou seja, representando-o de maneira explicativa e funcional.

Na figura 01 o Sistema Nervoso foi representado sendo dividido em Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP) e que o Sistema Nervoso Central (SNC) era formado pelo encéfalo que continha como um componente o cérebro e que este era formando por unidades celulares chamadas neurônios. E quanto Sistema Nervoso Periférico (SNP) esse tinha um componente chamado medula espinhal que dela saia as estruturas chamadas de nervos que conectavam aos músculos e que por meio deles permitam o controle dos órgãos. Foi ainda colocado pelo estudante que o Sistema Nervoso possuía com função transmitir os sentidos voluntários e involuntários para todo organismo e que o mesmo também contribuía para a locomoção.

Na figura 02 o Sistema Nervoso foi representado como sendo dividido em Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP) e que o Sistema Nervoso era formado pelo cérebro e que este era formando por unidades celulares chamadas neurônios e que essas células formavam também os nervos que por meio da medula espinhal e que esse conjunto tinha como função controlar as nossas necessidades fisiológicas e a nossa movimentação.

Na figura 03 o Sistema Nervoso foi representado como sendo é dividido em Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Endócrino e que o Sistema Nervoso era formado pelo cérebro e que este era formando por unidades celulares chamadas neurônios e essas células formavam também os nervos que permitiam o controle dos órgãos e também o controle dos membros e conseqüentemente o nosso movimento e que os nervos também controlavam processos como a fome e o sono.

Na figura 04 o Sistema Nervoso foi representado como sendo dividido em Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP) e o mesmo era formado por unidades celulares chamadas neurônios e que essas células formavam o cérebro e que o mesmo se ramificavam em nervos. Em um outro ponto do mapa o estudante também representa que o impulso nervoso controla outros sistemas fisiológicos, como, o Sistema Digestório e o Sistema Respiratório e que o mesmo impulso nervoso permitia o os movimentos voluntários e involuntários.

Na figura 05 o Sistema Nervoso foi representado como sendo formado pelo Sistema Límbico e que este era responsável pela aprendizagem e pelas lembranças e que o mesmo também era formado pelo hipotálamo, amígdala e hipocampo e que foi pontuado que o Sistema (provavelmente) o Nervoso era formado por várias partes, mas que o estudante em questão quis representar as partes que mais chamavam a atenção dele. E que esses componentes controlavam o medo, perigo e ansiedade, apetite e controle do sono e que o Sistema Nervos (SN) também era responsável pelo movimento.

Quanto as respostas coletadas e analisadas nos diários de campo algumas delas contidas na primeira, terceira e quinta perguntas foram classificadas dentro dessa categoria. No qual, na primeira pergunta (“O que seria e para que servia o Sistema Nervoso?”) foi observado que alguns estudantes embora não tiveram uma definição formal do que seria o Sistema Nervoso (SN), no entanto, os mesmos demonstraram que existia uma associação entre a funcionalidade do mesmo com o controle de algumas faculdades que o nosso organismo realizava. Conforme destacado nas seguintes respostas:

“Eu não sei definir exatamente o que ele é, mas eu sei que ele possui o cérebro, a medula espinhal, os neurônios e que isso controla, por exemplo, as nossas emoções, os nossos movimentos, ou seja, controla tudo” - Estudante D.

“É dividido em Central e (eu acho) que Periférico, e esses controlam tudo usando os neurônios para que pensemos” - Estudante E.

A terceira pergunta (“O que era um neurônio e como ele funcionava?”) os estudantes demonstraram que sabiam que o neurônio era um constituinte fundamental do Sistema Nervoso, no entanto, não souberam descrever como ele funcionava, com a exceção de uma única resposta que citou a palavra “impulso nervoso”. Conforme destacado nas seguintes respostas:

“É a célula que forma o Sistema Nervoso” - Estudante D.

“Funciona usando o impulso nervoso” - Estudante G.

E quanto a quinta e última pergunta (“Vocês sabem de algum fenômeno no organismo de vocês que Sistema Nervoso é responsável por controlar ou regular e se sabem, como ele faz isso?”) um estudante deu um exemplo de um fenômeno, associando como o Sistema Nervoso controlava ou regulava ele funcionalmente. Segundo destacado na seguinte resposta:

“Serve para controlarmos as nossas emoções, por meio do Sistema Límbico” - Estudante H.

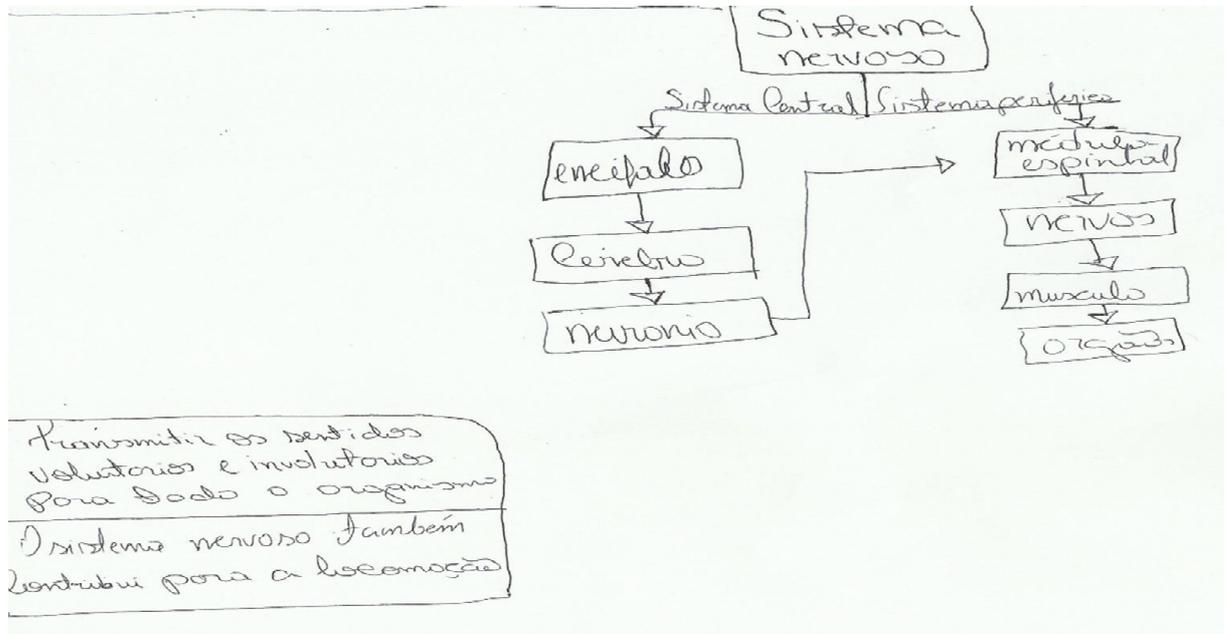


Figura 01: Modelo Mental Funcional (MMF) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

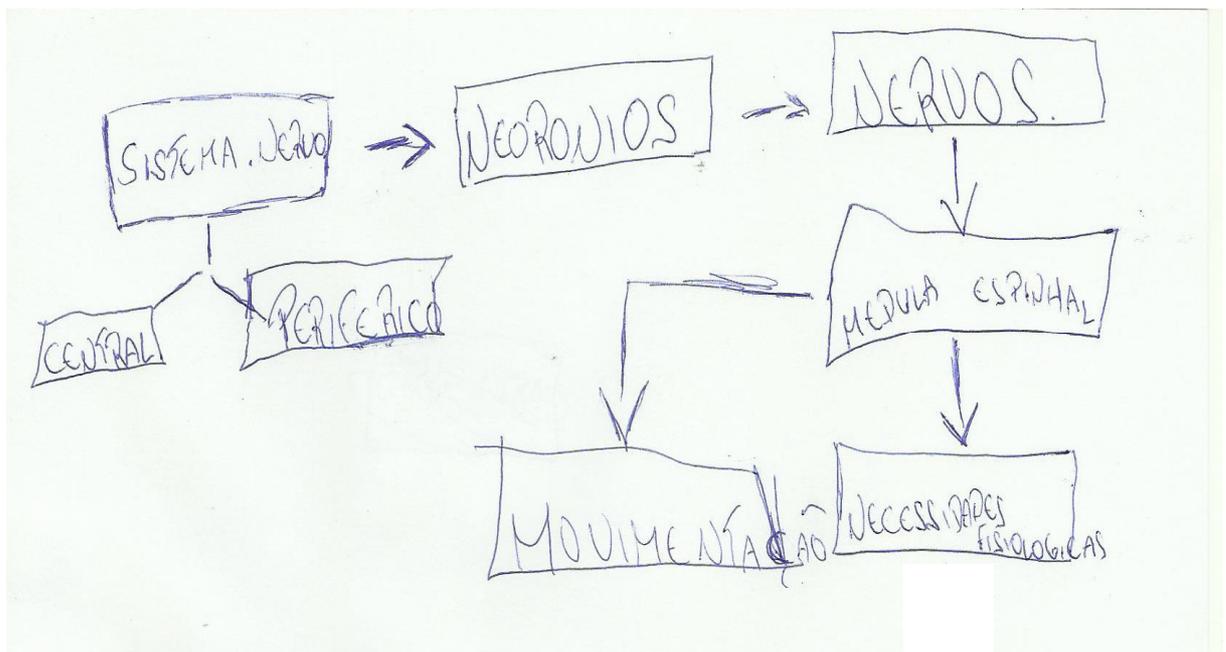


Figura 02: Modelo Mental Funcional (MMF) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

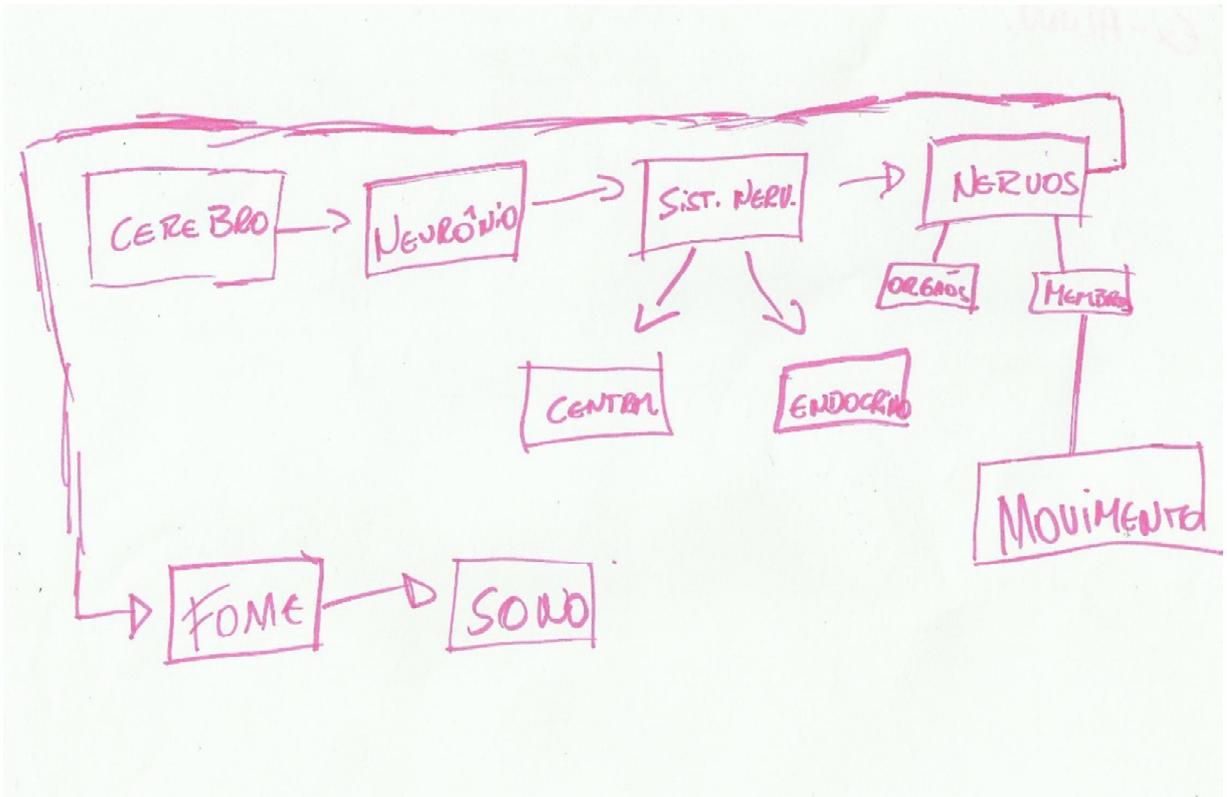


Figura 03: Modelo Mental Funcional (MMF) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

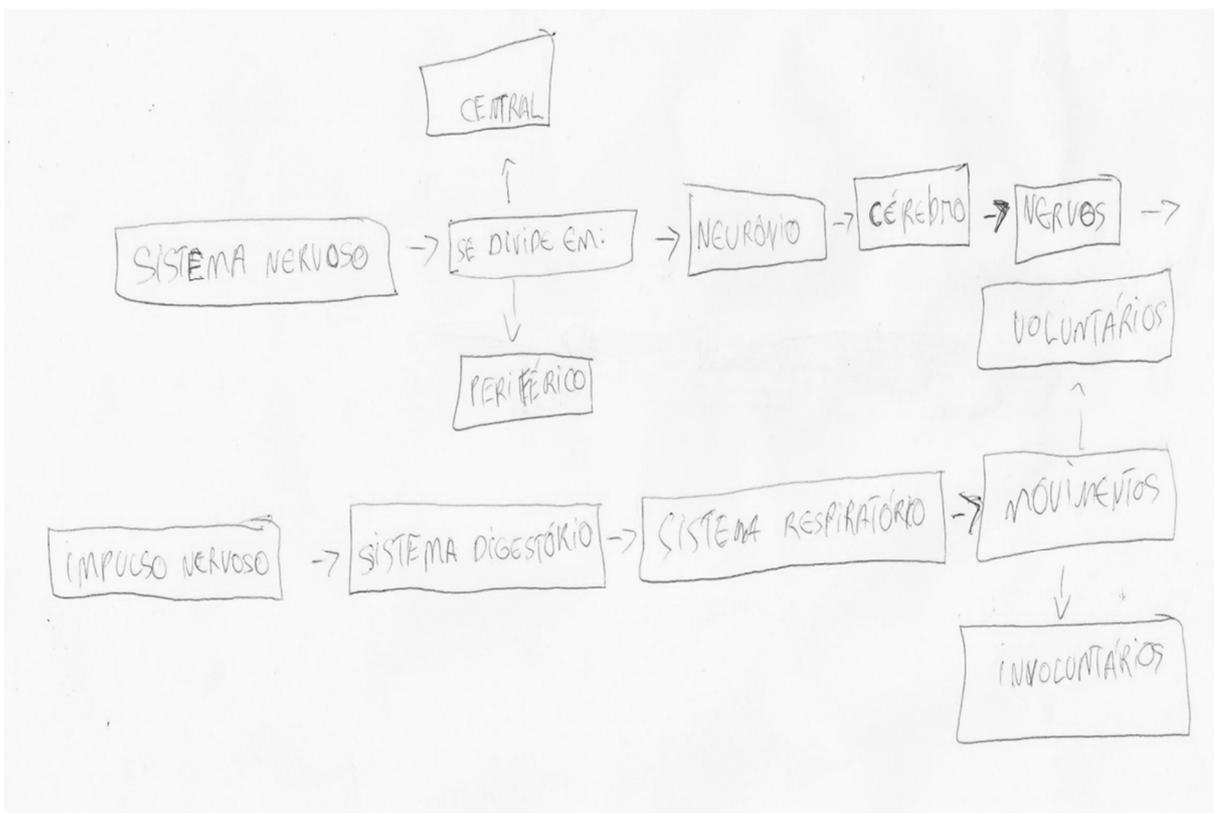


Figura 04: Modelo Mental Funcional (MMF) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

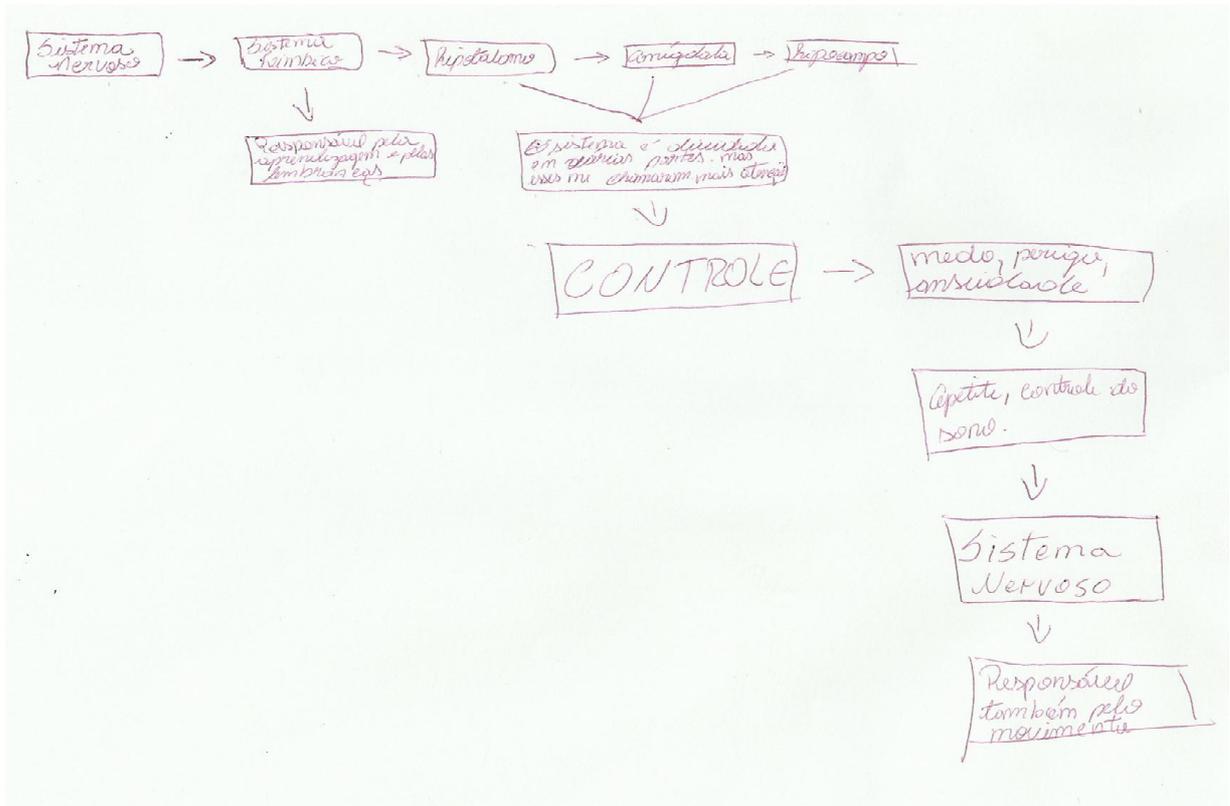


Figura 05: Modelo Mental Funcional (MMF) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

4.1.2. Modelos Mentais Superficiais (MMS)

De um modo geral, os Modelos Mentais Superficiais (MMS) representados por meio dos mapas conceituais representaram que o Sistema Nervoso (SN) genericamente estava envolvido no controle do corpo humano por meio do cérebro, representando-o de maneira explicativa simples, no entanto em parte funcional.

Quanto a sua divisão o Sistema Nervoso, foi representado como sendo dividido em Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP). Genericamente, o Sistema Nervoso foi representado como uma estrutura composto por cérebro e que quanto a sua divisão a nível celular o sistema nervoso é composto por uma unidade básica que seria o neurônio e que os nervos seriam que intermediavam a conexão entre os neurônios e o cérebro ou o corpo humano.

Na figura 06 o Sistema Nervoso foi representado como sendo formado por componentes chamados neurônios e que esses componentes eram células e que o mesmo neurônio formava o cérebro.

Na figura 07 o Sistema Nervoso foi representado como sendo formado por células chamadas neurônios e que esses neurônios formavam os nervos e que esse formava o cérebro.

Na figura 08 o Sistema Nervoso foi representado como função controlar o corpo humano e o mesmo era formado por células que formavam os nervos e que esses se conectavam respectivamente aos nervos e que esses se conectavam ao músculo.

Quanto as respostas coletadas e analisadas nos diários de campo algumas delas contidas na primeira, segunda, terceira e quinta perguntas foram classificadas dentro dessa categoria. No qual, primeira pergunta (“O que seria e para que servia o Sistema Nervoso? ”) foi observado que os alunos não tinham uma definição formal do que seria o Sistema Nervoso (SN), no entanto, os mesmos demonstraram que existia uma associação superficial entre a funcionalidade do mesmo com o controle de algumas faculdades que o nosso organismo realizado. Conforme destacado nas seguintes respostas:

“É um sistema que permiti nós controlar o corpo” - Estudante A.

“É dividido em Sistema Nervoso Central e Periférico” - Estudante B.

“Serve para correremos, pularmos, andarmos, falarmos, pensarmos...para tudo” - Estudante C.

Em relação a segunda pergunta (“Como o Sistema Nervoso funcionava? ”) os estudantes não souberam descrever de forma detalhada como o mesmo operava, no entanto, alguns souberam associar superficialmente esse funcionamento a alguns componentes. Conforme destacado nas seguintes respostas:

“Acho que usando a espinha” - Estudante A.

“Usando o cérebro, claro! ” - Estudante F.

A terceira pergunta (“O que era um neurônio e como ele funcionava?”) os estudantes demonstraram que sabiam que o neurônio era um constituinte fundamental do Sistema Nervoso, no entanto, não souberam descrever como ele funcionava. Conforme destacado nas seguintes respostas:

“Serve para formar o cérebro” - Estudante B.

“Serve para nós pensar” - Estudante C.

“Serve para nós ser mais inteligente” - Estudante I.

A quinta e última pergunta (“Vocês sabem de algum fenômeno no organismo de vocês que Sistema Nervoso é responsável por controlar ou regular e se sabem, como ele faz isso? ”) os estudantes deram alguns exemplos de fenômenos superficiais, no entanto, não souberam explicar como o Sistema Nervoso controlava ou regulava ele. Segundo destacado nas seguintes respostas:

“Controlar os movimentos” - Estudante A.

“Andar, falar, pensar” - Estudante B.

“Dormir, fome e outras coisas que eu não lembro” - Estudante C “Respirar” -
Estudante D.

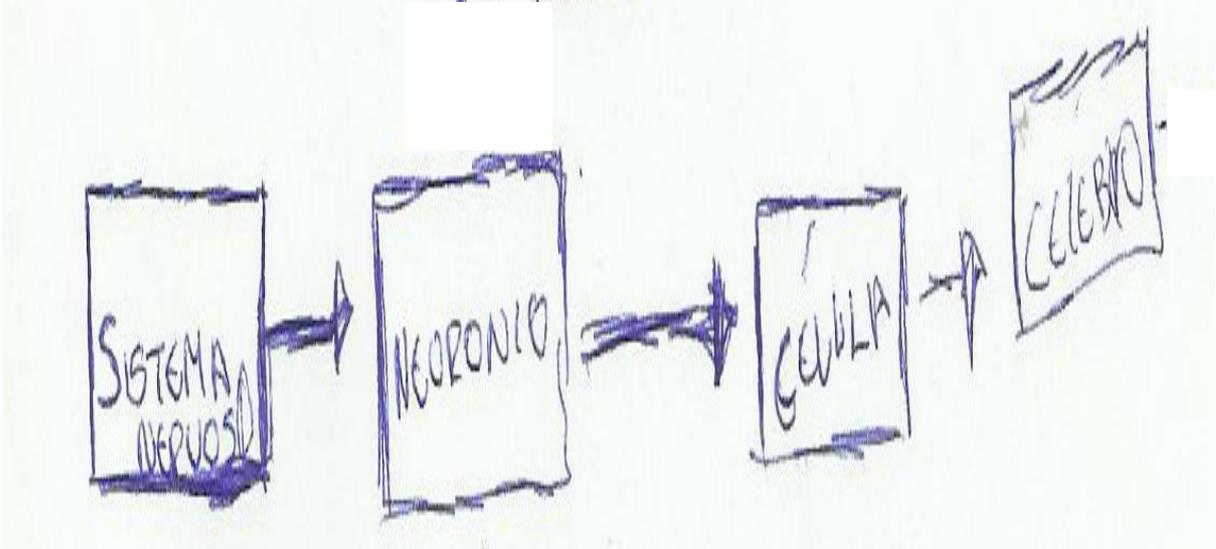


Figura 06: Modelo Mental Superficial (MMS) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

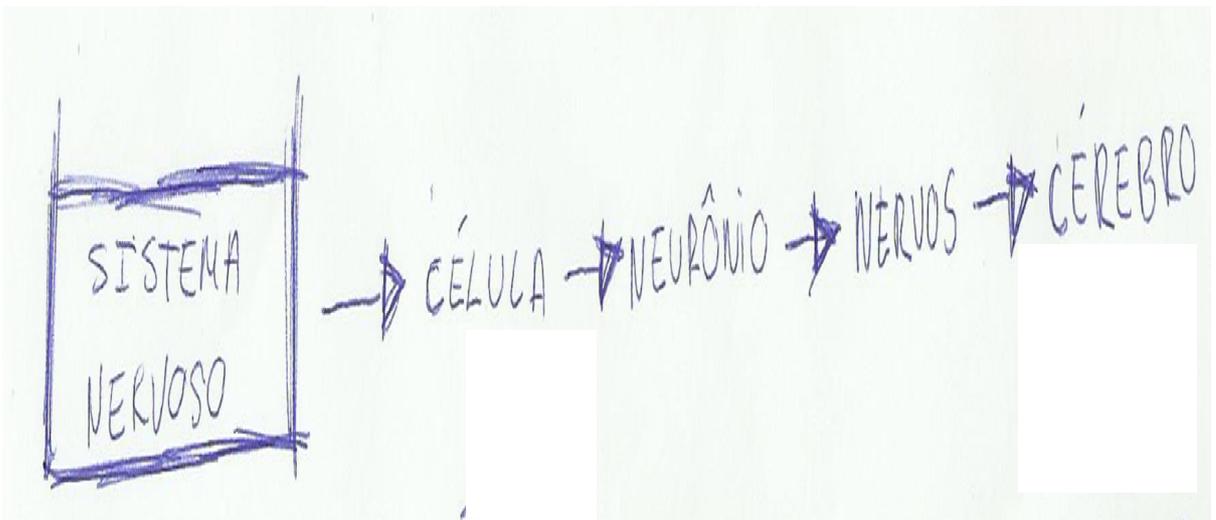


Figura 07: Modelo Mental Superficial (MMS) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

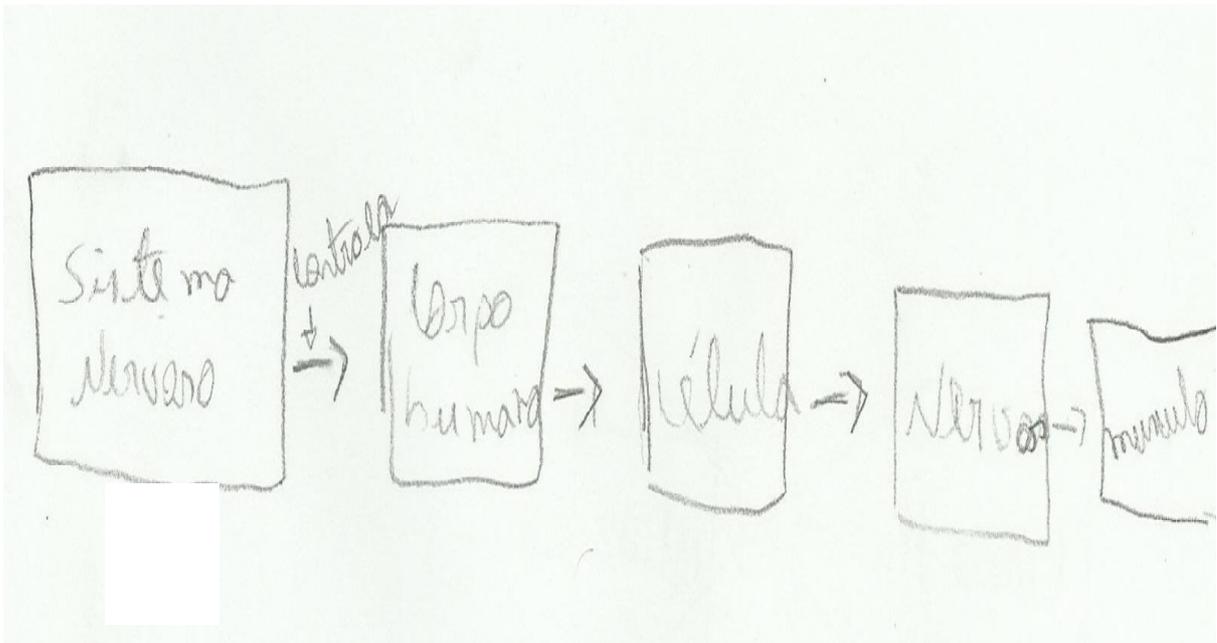


Figura 08: Modelo Mental Superficial (MMS) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

4.1.3. Modelos Mentais Imagísticos (MMI)

De forma geral, o Sistema Nervoso (SN) representado por meio dos mapas conceituais foi representado associado a palavras como: células, movimentos, corpo, nervos, no entanto, com pouca ou nenhuma associação entre si sem representar nenhum processo integrador que permita a regulação de algum processo no nosso organismo, ou seja, representando-o sem função explicativa aparente.

Na figura 09 o Sistema Nervoso (SN) foi representado como sendo constituído dos seguintes componentes: células, neurônios, cérebro, pulsação e medula espinhal.

Na Figura 10 o Sistema Nervoso (SN) foi representado como sendo formado por neurônios que por sua vez formavam os nervos.

Na figura 11 o Sistema Nervoso (SN) foi representado como sendo constituído por neurônios que por sua vez formavam os nervos.

Na figura 12 o Sistema Nervoso (SN) foi representado como sendo constituído por pela “cabeça” que é usada para formar o “cerebelo”.

Na figura 13 o Sistema Nervoso (SN) foi representado como sendo dividido por “central” e que por sua vez formavam os nervos.

Na figura 14 o Sistema Nervoso (SN) foi representado como sendo constituído por pelo crânio que forma o cérebro e que este serve para “criar” pensamentos.

Na figura 15 o Sistema Nervoso (SN) foi representado como sendo responsável por “controlar” o corpo.

Quanto as respostas coletadas e analisadas nos diários de campo algumas delas contidas na segunda, terceira e quarta perguntas foram classificadas dentro dessa categoria. Em relação a segunda pergunta (“Como o Sistema Nervoso funcionava?”) os estudantes não souberam descrever de forma detalhada como o mesmo operava, nem associar esse funcionamento a alguns componentes. Conforme destacado na seguinte resposta:

“Usando o pensamento” - Estudante C.

A terceira pergunta (“O que era um neurônio e como ele funcionava?”) os estudantes demonstraram não sabiam que definir o neurônio como um constituinte fundamental do Sistema Nervoso, nem souberam descrever como ele funcionava, no qual, somente descreveram de forma imagística o mesmo. Conforme destacado nas seguintes respostas:

“Serve para nós pensar” - Estudante C.

“Serve para nós ser mais inteligente” - Estudante I.

Já a quarta pergunta (“A palavra “sinapse” é um conceito familiar para vocês e se sim, como ela funciona é para que ela serve?") todos os estudantes afirmaram que a palavra não era um conceito familiar para eles e que muito menos eles saberiam explicar para que servia.

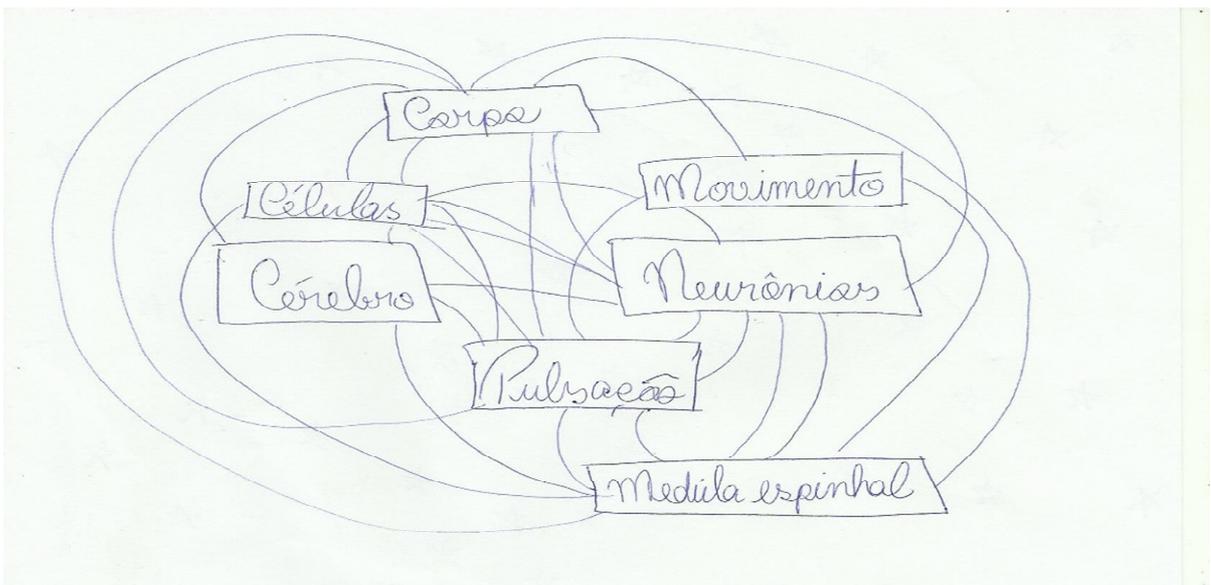


Figura 09: Modelo Mental Imagístico (MMI) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

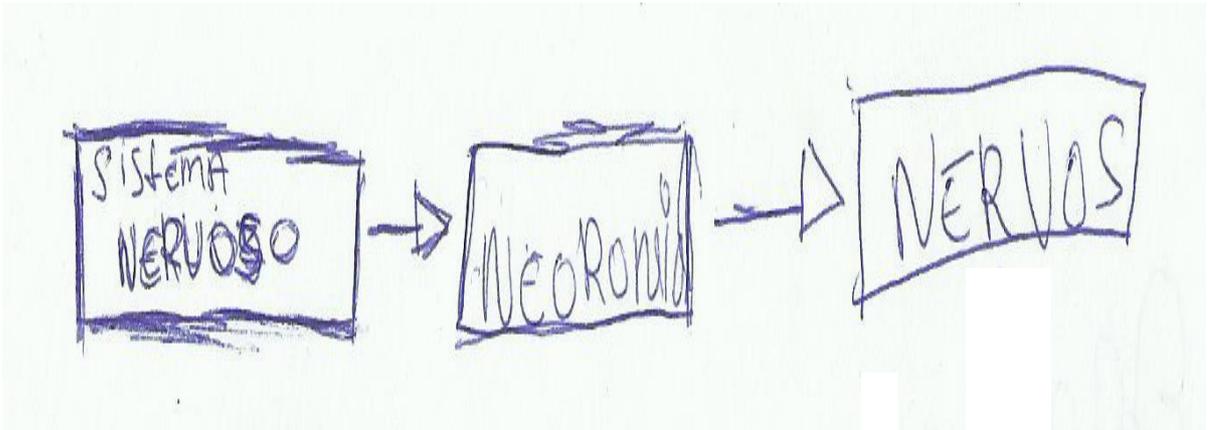


Figura 10: Modelo Mental Imagístico (MMI) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

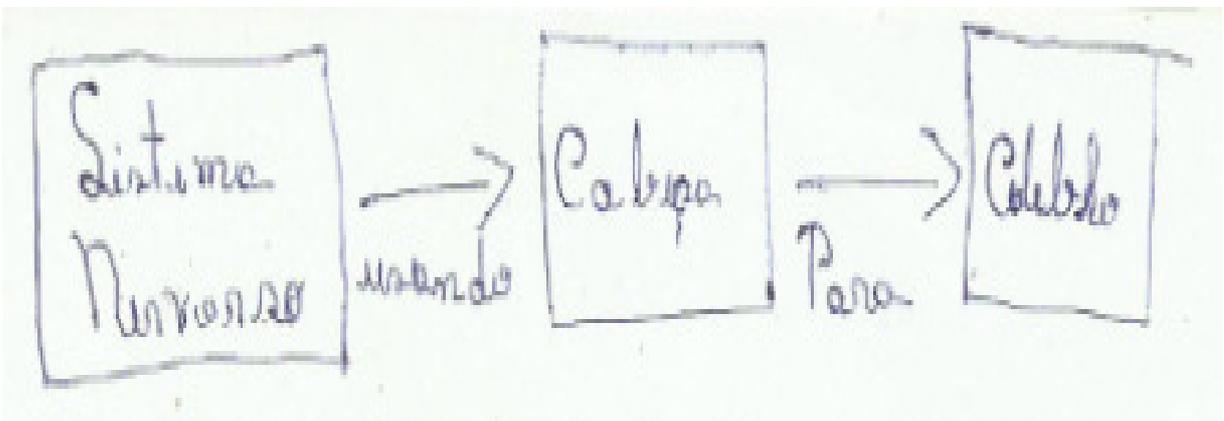


Figura 11: Modelo Mental Imagístico (MMI) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

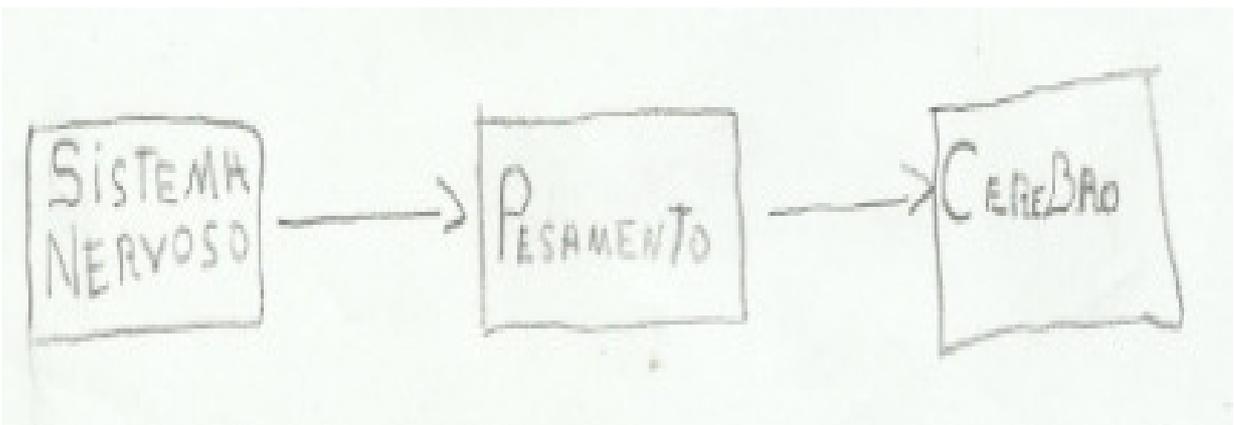


Figura 12: Modelo Mental Imagístico (MMI) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

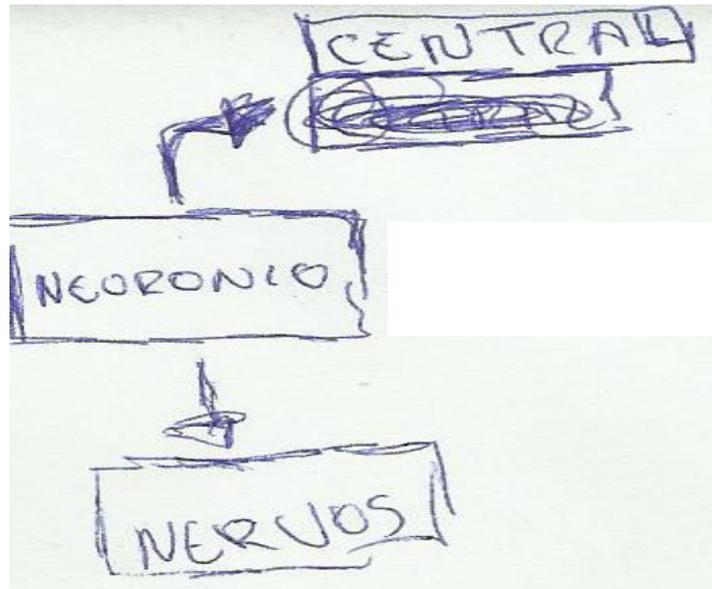


Figura 13: Modelo Mental Imagístico (MMI) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

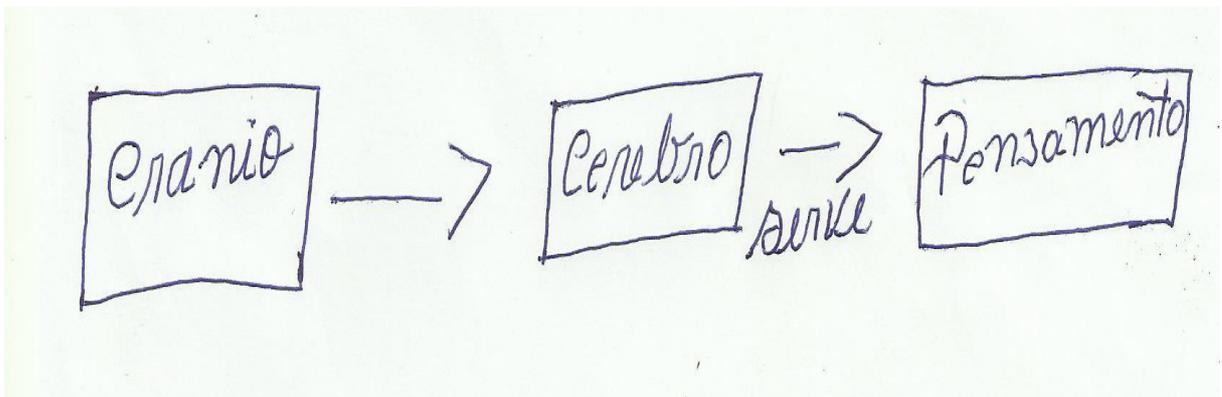


Figura 14: Modelo Mental Imagístico (MMI) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

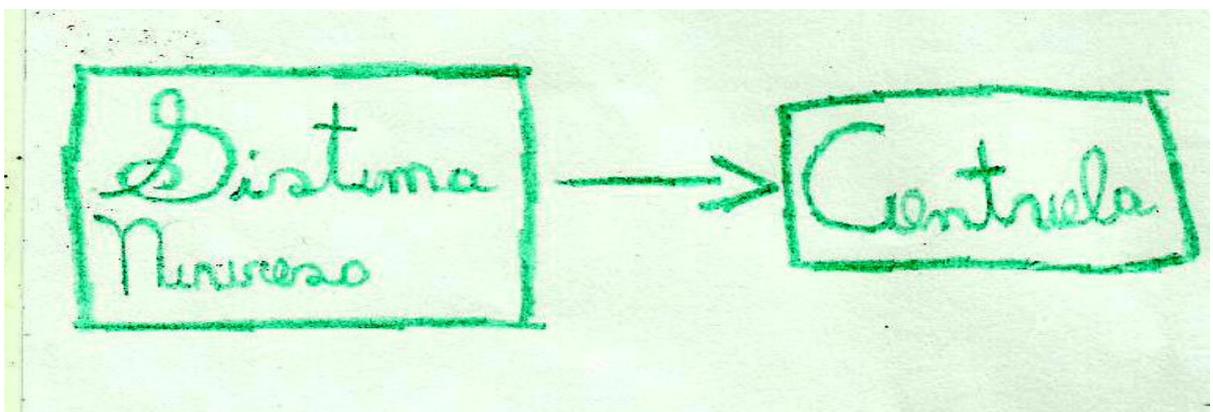


Figura 15: Modelo Mental Imagístico (MMI) do Sistema Nervoso representado por meio de um mapa conceitual.

Posteriormente, a aplicação da atividade instrucional e das respostas dos estudantes terem sido coletadas do diário de campo foi lido com eles algumas das respostas dadas e discutida e esclarecidas com eles que o Sistema Nervoso (SN) era responsável pelo ajustamento do organismo animal ao ambiente, no qual, a sua função seria perceber identificar as condições ambientais externas, como também as condições presentes dentro do próprio organismo e elaborar respostas que adaptem nós a essas condições ambientais.

Inclusive foi destacado que não somente os seres humanos possuíam Sistema Nervoso (SN), que na verdade vários outros animais o possuíam, só que a maioria deles, ao longo da história evolutiva, não desenvolveram um Sistema Nervoso tão complexo como o nosso.

Foi esclarecido também que a unidade básica o Sistema Nervoso (SN) é a célula nervosa chamada de neurônio. No qual, o neurônio é uma célula extremamente estimulável capaz de perceber as mínimas variações que ocorrem em torno de si, reagindo com uma alteração elétrica que percorre uma membrana chamada de “impulso nervoso”.

E que essas células nervosas estabeleciam conexões entre si, conexões essas que era chamadas de “sinapses”, de tal forma, que por meio desse mecanismo, um neurônio pode transmitir a um outro neurônio esse estímulo recebido pelo ambiente, estímulos esses que podiam ser feitos por meio de neurotransmissor, gerando dessa forma, uma reação em cadeia que permitiu a comunicação entre dezenas de bilhões de neurônios.

E que quanto a sua divisão foi explicado que o Sistema Nervoso (SN) era dividido em Sistema Nervoso Central (SNC) e que este por sua vez era formado pelo encéfalo e a medula espinal e também em Sistema Nervoso Periférico (SNP), formado por sua vez pelos nervos e pelos gânglios nervosos.

Foi esclarecido que era importante fazer alguns esclarecimentos que poderiam gerar confusões e erros, como o cérebro não ser sinônimo de encéfalo, pelo qual, o cérebro seria a parte mais desenvolvida do encéfalo e que nele ocorrem os já citados impulsos nervosos que nos permitem ter memórias, pensar e falar. Ou seja, cérebro seria de um modo geral o centro da inteligência e do aprendizado.

Foi explicado que a medula espinal tinha uma função muito importante em propagar os impulsos nervosos e que uma evidência dessa importância está presente, por exemplo, em uma condição de tetra ou paraplegia em que uma lesão na mesma tornava alguns movimentos mecânicos/musculares impossíveis de serem realizados.

No momento seguinte foi questionado aos estudantes como maneira era explicado para eles esses assuntos ligados ao Sistema Nervoso todos me relataram que esse assunto era muito mal discutido e esclarecido pelos seus professores e que alguns professores simplesmente “pulavam” deixando de ministrá-lo. De acordo com as seguintes respostas destacadas:

“Eu estou no 3º ano e ainda nunca tinha visto esse conteúdo” - Estudante A.

“Normalmente nem é dado ou se é, é daquele jeito...largado” - Estudante J.

“Os professores não dão, porque dizem que precisam pular alguns assuntos para colocar a matéria em dias” - Estudante C.

“Eu acho muito interessante o assunto, mas quase nunca vi nenhum professor falar dele, nem sabia que cabia tanto neurônio na nossa cabeça” - Estudante E.

“Uma vez eu vi no laboratório, uma lâmina de neurônio, mas nunca me explicaram como funcionava não, no caso, o neurônio” - Estudante H.

“Alguns professores mandam nos lermos esse assunto no livro, mas o livro não explica muito bem, ficam várias coisas em aberto, como o que você falou sobre “sinapse” - Estudante H.

“Os professores até falam que tal coisa é controlada pelo cérebro, mas eles nunca explicam como ele faz isso e nem associa isso com outros sistemas...acho que eles pensa que nós somos burro para saber” - Estudante L.

“Os profer não dão esse assunto não, o esquema é dar o que tem no livro, é só aula, aula, nem laboratório a gente tem mais, depois da tal portaria” - Estudante L.

“Mas mesmo quando têm aula de laboratório os professores não explicam as coisas com clareza, praticamente todas as aulas que temos é esse tipo de aula, na lousa, sabe?! É muito chata...” - Estudante H.

5. DISCUSSÃO

Após a apresentação dos resultados obtidos, é pertinente fazer uma discussão em um contexto particular para cada categoria de Modelos Mentais identificadas.

Precisamente no que consta as problemáticas representacionais e conteudistas cometidos pelos alunos identificada nesses modelos serão levantadas, posteriormente, nesse trabalho algumas hipóteses para tentar explicar a existência de problemáticas no ensino-aprendizagem que justificam a presença dessas falhas conceituas nas representações feitos pelos estudantes.

E dentro dessa conjuntura será feito também algumas recomendações, que são sugestões para a tentativa de uma melhoria do processo ensino-aprendizagem no que tange o ensino de sistema de nervoso a partir da avaliação desses modelos mentais.

5.2. Modelos Mentais Funcionais (MMF)

Os resultados referentes aos mapas conceituais da categoria dos Modelos Mentais Funcionais (MMF) permitiram observar que os estudantes souberam representar com até relativa facilidade a divisão do Sistema Nervoso (SN) em Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP) e também uma hierarquia de componentes do mesmo (do neurônio a medula espinhal) assim como um fim funcional comum, no caso, pontuando alguns exemplos do controle do Sistema Nervoso (SN) sobre algumas funções fisiológicas básicas.

Ou seja, mesmo os estudantes diante da tarefa instrucional pedida de uma forma geral possuísem algumas representações do que como se estruturava a um nível funcional o sistema nervoso, no entanto, os mesmos tanto quanto nos resultados dos mapas conceituais quanto nas respostas coletadas e analisadas demonstraram ainda possuírem uma dissociação de conceitos, não descrevendo os processos adjacentes a essa função de gerar o pensamento, por meio da existia elementos conceituais ausentes e desconexos nessas representações.

Como observado resposta do estudante D que afirmou que não sabia definir exatamente o que ele era o Sistema Nervoso (SN), mas que sabia que o mesmo possuía o cérebro, a medula espinhal, os neurônios e que isso controla, por exemplo, as nossas emoções, os nossos movimentos, ou seja, controla tudo. Ou como ainda o estudante E que afirmou que o mesmo era dividido em Sistema Nervos Central e Periférico, e esses controlavam tudo usando os neurônios para que pensemos

A falta de representações e descrições mais ricas e diversas nesse âmbito feita pelos estudantes talvez se justifique pela completa da ausência de elementos conceituais tais como sinapse, neurotransmissores, ou seja, conceitos chave para uma compreensão a um nível mais celular, dessa forma, não indicando algum mecanismo subjacente que mostrasse o caráter excitatório dessas células e de como esse mecanismo era chave para entender de forma melhor os componentes integrativos e sistemático do Sistema Nervoso (SN) aconteciam.

E embora, em apenas um mapa conceitual (Fig. 04) o termo “impulso nervoso” é citado, no qual, era representado que esse conceito era associado a alguma funcionalidade, no entanto, mesmo nesse mapa conceitual ainda não é representada “como” isso acontecia sistematicamente. Inclusive foi afirmado também tal descrição na resposta do estudante G.

Ainda nesse horizonte de discussão é interessante destacar um resultado (Fig. 05) que foi a representação de um componente específico do Sistema Nervoso (SN), no caso, em vez de como foi representado convencionalmente pelos outros estudantes, o (a) estudante responsável pela confecção do mapa conceitual e possivelmente da mesma resposta

documentada no diário de campo dada pelo estudante H, escolheu por representar o seu modelo mental de Sistema Nervoso (SN) por meio da representação particular do sistema límbico (inclusive representando alguns dos seus componentes básicos, particularmente, o hipotálamo, a amígdala e o hipocampo) e associá-lo a algumas funções ditas cognitivas e “emocionais”, tais como respectivamente o aprendizado, a formação de lembranças, o medo, o perigo, a raiva e a ansiedade denotando um conhecimento mais específico e aprofundado do assunto.

Portanto, embora os estudantes conseguissem representar uma predição funcional, tal como, representar que o Sistema Nervoso (SN) estava relacionado a funções fisiológicas básicas, como os movimentos voluntários e involuntários, fome, sono ou ainda processo cognitivos e “emocionais” os mesmo modelos mentais tinham um elemento central e comum ausente que seria o anteriormente citado elemento do “como”, pelo qual, os estudantes não souberam explicar com uma riqueza maior de conceitos e associações como acontecia essa integração entre o Sistema Nervoso (SN) e o restante do organismo.

5.3. Modelos Mentais Superficiais (MMS)

Os resultados referentes aos mapas conceituais da categoria dos Modelos Mentais Superficiais (MMS) permitiram observar que os estudantes diante da tarefa instrucional pedida possuíam algumas representações do que como se estruturava a um nível superficial o sistema nervoso, é uma ponto observado foi a existência de muito elementos conceituais ausentes nessas representações e embora seria de se esperar a ausência de vários elementos, inclusive por serem representações de natureza superficiais, foi levantado os principais erros representacionais e conteudistas cometidos pelos alunos para posterior tentativa de ser fazer uma justificção da ocorrência deles.

No que tange a análise dessa categoria de modelo mentais é interessante pontuar que embora os estudantes soubessem representar os alguns componentes comuns do Sistema Nervoso (SN), tais como a existência de neurônios e a relação dos mesmos com cérebro, como sendo os tipos celulares que formavam o cérebro, fato também observado na categoria anterior. No entanto, o restante das representações e descrições coletadas não tem uma riqueza maior de detalhes (e ainda menor do que na categoria anterior) de quais seriam essas outras relações, e muito menos ainda se o Sistema Nervoso (SN) tinha algum fim funcional comum, no caso, o controle de funções fisiológicas.

É interessante destacar que em alguns mapas conceituais inclusive nem é mencionado o termo “cérebro” (Fig. 08), no entanto, no mesmo (e único) mapa conceitual é descrito uma

correlação entre o sistema nervoso com o controle do corpo e dos músculos, premissa correta, no entanto, superficial e incompleta.

Logo, mais uma vez foi observado na categoria de modelos mentais anteriores que existe uma desconexão conceitual e funcional de vários modelos que os estudantes constroem, seja essas desconexões de não saber a existência alguns termos, como, mais uma vez a total ausência de termos como sinapse e neurotransmissor ou seja também de não saber associar os poucos conceitos que os estudantes possuíam para representam modelos que tenham alguma predição funcional, por meio de uma integração entre o Sistema Nervoso (SN) e o restante do organismo.

Como concluem Tauceda; Del Pino em seu trabalho sobre modelos mentais no estudo do DNA e que corrobora os pontos levantados nessa discussão, particularmente nessa categoria, os estudantes à respeito dos seus modelos mentais são “ [...] capaz de explicar, compreender e fazer previsões sobre ele, isto não significa que este modelo mental seja correto do ponto de vista científico [...] ” (TAUCEDA; DEL PINO, 2010, p. 348).

5.4. Modelos Mentais Imagísticos (MMI)

Os resultados referentes aos mapas conceituais da categoria dos Modelos Mentais Imagísticos (MMI) permitiram observar que os estudantes diante da tarefa instrucional pedida os estudantes apresentaram os maiores erros conceituais e dissociações entre o conteúdo.

No qual, vários conceitos presentes em determinado contexto foram alocados para esses modelos para representarem alguma explicação, no entanto, sem sucesso.

No primeiro mapa conceitual (Fig. 09) o Sistema Nervoso (SN) foi representado como sendo constituído dos seguintes componentes: células, neurônios, cérebro, pulsação e medula espinhal e que esses de forma não integrativa e abstrata estavam relacionadas ao movimento do corpo, o que exemplifica de forma clara o caráter o imagístico desses modelos mentais, na qual, as partes representadas do todo não possuem um clara associação de função com o todo e os conceitos são desconexos e também sem nenhum contexto com o termo “pulsação”.

Em um outro mapa conceitual (Fig. 11) foi representado que a cabeça formava o cerebelo, no entanto, o conceito de cerebelo foi adotado dentro desse modelo mental sem praticamente nenhum contexto explicativo e, portanto, incorreto.

É um outro mapa conceitual é representado também que o cérebro seria formado pelo pensamento (Fig. 12) e não o oposto, sendo o cérebro o gerador de pensamentos. Embora em um outro mapa conceitual (Fig. 14) foi feito uma tentativa de representar dentro desses modelos mentais uma tentativa de um sentido hierárquico de organização desses

“constituintes” do Sistema Nervoso (SN), no qual, o crânio forma o cérebro e que esta forma o pensamento, entretanto, por conta da ausência de inúmeros outros conceitos, inclusive pelo emprego errado da própria noção de o crânio formar o cérebro o caráter explicativo dessa representação é ineficaz.

Em apenas um mapa conceitual (Fig. 15) foi representado, porém, de forma bem escassa que o Sistema Nervoso (SN) tem alguma função associada de controle, todavia, não é representado com mais detalhes explicativos como acontece esse controle e que exatamente ele controla.

Um ponto a ser destacado nessa discussão foi um dado observado nos Resultados que foi o completo desconhecimento e ausência da menção do conceito de “sinapse” o que dentre essa categoria de modelos mentais ficou ainda mais destacável a profunda ausência dos estudantes quanto a termos conceituais ligados ao Sistema Nervoso (SN).

5.2. Considerações pedagógicas acerca do desenvolvimento de Modelos Mentais

Com base nos resultados obtidos a partir das respostas dos estudantes que foram documentados e analisados no diário de campo é possível ver uma tendência que se manteve nos nas respostas dadas pelos estudantes, no qual, as representações que os estudantes tinham sobre o Sistema Nervoso (SN) eram bastante desconexas e errôneas, como foi discutido no tópico anterior.

No entanto, os resultados dessa outra análise permitiram também uma discussão alternativa que tange as problemáticas que poderiam justificar pedagogicamente o desenvolvimento dos respectivos Modelos Mentais já citados que esses estudantes tinham.

E tendo em vista que um dos objetivos do ensino de ciências é orientar o estudante através de modelos conceituais de sistemas e fenômenos naturais para a obtenção construção de modelos mentais adequados e consistentes com estes modelos conceituais.

Assim, o Ensino de Biologia, especificamente, o Ensino de Sistema Nervoso no Ensino Médio por natureza requer explicações integrativas e interdisciplinares, as respostas que os estudantes emitiram sobre o modo como era mediada esse conteúdo sugere o oposto dessa recomendação, no qual, ao ser questionado aos estudantes de qual maneira era explicado e/ ou ministrado para eles esses assuntos ligados ao Sistema Nervoso todos me relataram que esse assunto era muito mal discutido e esclarecido pelos seus professores e que alguns professores simplesmente “pulavam” deixando de ministrá-lo.

Pelo qual, pela resposta do estudante A que afirma que “mesmo estando já no 3º ano o mesmo ainda nunca tinha visto esse conteúdo” o que suscita algumas breves considerações,

no qual, em muitas situações para que ocorra o cumprimento da grade curricular em um curto período de tempo letivo, o docente é colocado muitas vezes na situação de ter de “escolher” entre determinados assuntos que serão ministrados e outros assuntos que não serão ministrados.

Justificativa essa que por muitos autores é apontado pela disposição de conteúdo do currículo, que é limitada, por exemplo, pela disposição dos conteúdos nos livros didáticos, como aponta Rossi, Biasibetti e Boff (2012, p. 6) afirmam que “[...] na maioria das escolas quem define o currículo são os livros didáticos.” Lopez (2008, p 153) nesse âmbito ainda pontua que a relação entre o currículo e o livro didático ocorre por conta de que “o currículo escrito, via livro didático, oferece um roteiro que legitima seu discurso a tal ponto que ele fica vinculado à padronização de recursos, à atribuição de status, à standardização de exames.”

Justamente nesse ponto, existe uma fragilidade, no qual, a partir do momento em que o trabalho docente fica enrijecido por um roteiro e diante da grande demanda de conteúdo a serem ministrados no Ensino Médio o professor, ocasionalmente, toma a decisão de “pular” certos assuntos, assuntos esses que na maioria das vezes são os assuntos que demandariam uma maior complexidade para serem explicados e ministrados, no caso em questão, conteúdos relacionados ao Sistema Nervoso (SN) como os estudantes notificam.

Outro ponto, a ser discutido é o testemunho do estudante H que relata que alguns professores mandam eles lerem somente o assunto no livro, mas que no entanto livro não explica muito bem, pelo qual, ficam várias coisas em aberto, como por exemplo o conceito de “sinapse”. Tal situação é mais um gargalo que desfavorece uma melhor assimilação do conteúdo e a construção de melhores modelos mentais por partes desses estudantes. Como frisa Vasconcelos (1956) apud Rossi; Biasibetti e Boff (2012, p 4.) aponta que “[...] ao realizar uma leitura mais atenta aos livros de Ciências disponíveis nas escolas a verifica-se uma abordagem tradicional do ensino que orienta a seleção e a distribuição dos conteúdos, gerando atividades fundamentadas na memorização, com raras possibilidades de contextualização.”

E como afirma Moreira (2000) apud Alves *et al.* (2011, p. 2) “os currículos deveriam ter como eixo organizador as necessidades e as exigências da vida social.” (dos educandos). Alves *et al* (2011, p.2) ainda conclui “[...] sendo, portanto, contextualizados, ou seja, construídos a partir das necessidades históricas dos educandos, e não um currículo que apresenta uma forma autoritária e mecânica de organizar o ensino [...]”

Especificamente no que tange ao Ensino de Biologia, principalmente, no Ensino de Sistema Nervoso o uso de contextos é de imprescindível importância, pois favorece a assimilação de situações abstratas tornando-as mais palpáveis e próximas da realidade do

estudante, facilitando assim o aprendizado e gerando dessa forma modelos mentais mais robustos.

Outra consideração diz respeito a afirmação do estudante L que diz que os professores até falam algumas coisas são controladas pelo cérebro, mas eles nunca explicam como ele faz isso e nem associa isso com outros sistemas. Diante dessa colocação fica mais um ponto errôneo que seria a não associação do Sistema Nervoso com outros sistemas, no qual, como descrito por Moyes e Schulte (2010) apud Gurgel *et al.*, (2014) o conteúdo de fisiologia humana é imprevisível para “[...] a compreensão sobre o funcionamento do corpo humano, bem como a manutenção da homeostase e as relações entre suas partes e do corpo com o meio ambiente.”

Os autores ainda discutem que “uma das maiores dificuldades enfrentadas no ensino de fisiologia é a grande amplitude e diversidade de assuntos que devem ser trabalhados, pois além das estruturas morfológicas, estuda a função de cada um dos órgãos e suas interações com os diversos sistemas que constituem o organismo” Dessa forma os mesmos autores concluem que por estas características apresentadas, “[...] a fisiologia pode ser considerada uma das ciências da vida mais integrativas, desde as bases químicas até conceitos fundamentais.” (MOYES; SCHULTE, 2010 *apud* GURGEL *et al.*, 2014).

Portanto, um ensino que não trabalha essa natureza integrativa do Sistema Nervoso (SN) desfavorece nos estudantes a compreensão de processos fundamentais que controlados e/ou regulados e que eventualmente pode gerar um dos mais contrastados resultados desses trabalhos que foi a baixa prevalência de Modelos Mentais Funcionais (MMF) e mesmo dentro dessa categoria ainda foi notável a dificuldade desses estudantes de representarem associações e integrar o Sistema nervoso (SN) com o restante do organismo por meio de outros sistemas fisiológicos.

Outra consideração a ser feita perante as afirmações dos estudantes L e H dizem respeito aos modos que são escolhidos pelos professores para ministrar o assunto, no qual, os estudantes em questão declaram que convencionalmente os professores utilizam somente aulas expositivas para ministrar as aulas. Nesse cenário inúmeros autores ressaltam a importância de elaborar diferentes formas de ensino que estimulem a participação ativa do aluno.

Nesse horizonte Wall *et al.*, (2008) apud Gavião (2015, p. 2) pontuam que “[...] há inúmeras possibilidades para incentivar os estudantes a participar ativamente de seu processo de aprendizagem e cabe ao professor selecionar diferentes estratégias pedagógicas para permitir a participação ativa do aluno, de acordo com os conteúdos ministrados.”

Rossasi e Polinarski (2011, p. 5) ainda reiteram que “ [...] o ensino de biologia com certa frequência é abordado de forma descritiva, “desvinculada da realidade, dos aspectos históricos e das questões sociais, o reflexo desta prática pedagógica nos discentes é apenas a memorização dos conteúdos.”

Os mesmos estudantes também relataram a falta de aulas práticas no laboratório, modalidade didática essa que segundo vários autores, entre eles Alencar; Pereira e Feitosa (2015) afirmam que o uso de modalidades didáticas diferenciadas é uma alternativa para que o ensino de biologia se torne algo que venha a valorizar as habilidades e competências do aluno contribuindo para estruturação das chamadas modalidades estruturais da inteligência que desempenham um papel importante na inserção do indivíduo na sociedade em que vive principalmente no contexto da ciência e tecnologia preparando-o para os desafios da realidade do cotidiano no qual está inserido.

Especificamente, quanto ao uso de aulas práticas Krasilchik (2008) afirma que aulas práticas despertam nos estudantes o interesse, envolvendo-os em uma investigação científica, desenvolvendo a capacidade de resolver problemas, auxiliando na compreensão de conceitos básicos e também no desenvolvimento de outras habilidades.

Pelos expostos acima é possível observar que a utilização de modalidades didáticas alternativas seriam uma ferramenta alternativa e indispensável para complementar a aprendizagem, podendo ser incorporada a vários temas dentro do Ensino de Biologia. Dentre eles o Ensino Sistema Nervoso, facilitando dessa forma que os estudantes construíssem melhores representações dos conteúdos, dessa forma, gerando modelos mentais mais corretos e robustos sobre os assuntos estudados.

E como conclui Duit (1993) apud Tauceda e Del Pino (2010) “ [...] o ensino que prioriza a apresentação do conhecimento como algo acabado, onde fenômenos e leis e suas expressões teóricas seriam o resultado de rigorosos critérios lógicos dedutivos, dificilmente facilitaria a construção de modelos e a sua compreensão. ” Portanto, é necessário desenvolver conhecimentos relativos aos processos mentais envolvidos na aprendizagem propondo novas práticas pedagógica.

6. CONCLUSÃO

Diante do problema-base inicial a respeito de quais seriam os modelos mentais que alunos do ensino médio de uma escola pública possuíam acerca do Sistema Nervoso (SN), nesse trabalho foi possível identificar tanto através da utilização de mapas conceituais quanto de depoimentos colhido dos estudantes três categorias de modelos mentais e discutir as implicações que cada conteúdo associado a essas categorias teria para o processo de ensino-aprendizagem desses estudantes.

Implicações essas que sugerem que, contemporaneamente, o estudante deve rever seus próprios conceitos, frente a novos contextos biológicos, tornando- assim um agente de seu aprendizado e não apenas um observador de informações repassadas pelo docente. Desta maneira, o próprio processo de aprendizagem se torna algo dinâmico, em constante transformação, no qual, a imposição de “decorar” conteúdos é substituída pela necessidade de compreender conceitos; caso contrário, o mesmo não conseguirá explicar as novas situações apresentadas a eles. E assim testar os seus respectivos modelos mentais em diferentes situações e alterá-los ou adaptá-los para melhor explicar os novos contextos em que esse indivíduo é apresentado.

Portanto, a teoria de modelos mentais apesar de sua aparente simplicidade, oferece uma poderosa metodologia no estudo do processo cognitivo desses estudantes e tem ser tornado um referencial teórico cada vez mais difundido e promete resultados promissores na área do Ensino de Biologia. À visto disso, esse trabalho pretendeu contribuir tanto na análise desses modelos mentais da estudante, como uma forma alternativa e personalizada de avaliar o teor conteudista desses estudantes na área da biologia, mas também discutir sobre como tornar os modelos conceituais que ensinamos relevante para o estudante.

Por fim, nesse trabalho também tentou demonstrar de que no ensino é preciso desenvolver tanto modelos conceituais quanto melhores materiais estratégicos-instrucionais que ajudem os estudantes a construir modelos mentais adequados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALASZEWSKI, A. **Using diaries for social research**. London: Sage, 2006.
- ALENCAR, R. F. PEREIRA, M. E. D.; FEITOSA, A. A. F. M. A. Modalidades didáticas diferenciadas como alternativas pedagógicas ao tradicional ensino de biologia. In: Congresso Internacional de Tecnologia na Educação, 13., 2015, Recife. **Anais...Recife**, 2015. p. 1-14.
- ALVES, A. C. Representações mentais e performance musical na clarineta. In: Simposio Brasileiro de Estudantes de Pós-graduação em Música, 2012, Rio de Janeiro. **Anais... Rio de Janeiro: SIMPOM**, 2012, p. 1340-1348.
- ALVES, A.; H.; B. PRADO, M. ENRIONE, M.; J.; B. SILVA, A.; F.; G. A importância da contextualização como critério para a seleção de conteúdos científicos no ensino de ciências. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 8. p. 1-12. 2012.
- ARRUDA, D. M. **Modelos Mentais**. Instituto Nacional de Tecnologia (INT) - Ministério da Ciência e Tecnologia. 2003.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2006.
- BORGES, A. T. Um estudo de modelos mentais. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 207-226.1997.
- BORGES, A. T. **Como evoluem os modelos mentais**. Col. Técnico, UFMG. 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, DF.1998.
- CASTAÑÓN, G. A. Construtivismo, Inatismo e Realismo: compatíveis e complementares. **Revista Ciência e Cognição**. Rio de Janeiro, v. 10, p. 115-131. mar. 2007.
- CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 8. ed. São Paulo: Cortez. 2006.
- CRAIK, K. **The Nature of Explanation**. Cambridge: University Press.1943.
- DADDS, R. M., BOVBJERG, H. D., REED, H. W. Imagery in Human Classical Conditioning. **Psychological Bulletin**, v. 122, n. 1, p. 89-103. 1997.
- DUIT, R. Research on students'conceptions: developments and trends. In: **Proceedings of the 3rd International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics**. Ithaca, NewYork: Cornell University. 1996.
- EISENCK, M. W.; KEANE, M. T. **Psicologia Cognitiva: um manual introdutório**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- EISENCK, M.W.; KEANE, M.T. **Cognitive psychology: a student's handbook**. Hove, U. K. Lawrence Erlbaum. 1990.
- FONSECA, V. **Cognição, neuropsicologia e aprendizagem**. Petrópolis, Vozes, 2007.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 2. ed. São Paulo: Paz e Terra. 1979.
- GONÇALVES, S. **Teorias da aprendizagem, práticas de ensino**. Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra, ESEC, Edição policopiada. 2007.

- GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. The kinds of mental representations models, propositions and images- used by college physics students regarding the concept of electromagnetic field. **International Journal of Science Education**, v. 5, n. 196, p. 711-724, 1997.
- HAMPSON, P.J. and MORRIS, P.E. **Understanding cognition**. Cambridge, MA: Blackwell Publishers Inc. 1996.
- HARRISON, A.G. and TREAGUST, D.F. **Secondary students' mental models of atoms and molecules: implications for teaching chemistry**. *Science Education*, v. 80, n. 5, 1996.
- JOHNSON-LAIRD, P. **Mental models**. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1983.
- JOHNSON -LAIRD, P. N. GIROTTO, V. LEGRENZI, P. **Mental Models: A gentle guide for outsiders**. Disponível em: < <http://musicweb.ucsd.edu/~sdubnov/Mu206/MentalModels.pdf> > Acesso em: 9 mar. 2016.
- KRASILCHICK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 2008.
- LOPES, A.; C. **Políticas de integração curricular**. 1. ed. Rio de Janeiro: EdUERJ / Faperj, v. 1, 2008.
- MADEIRA, M. Perspectivas em Psicologia Cognitiva Contemporânea: Os Conceitos Mentais. **Psicologia: Reflexão e Crítica**. Porto Alegre, v. 2. n. 6, p. 37-46, 1987.
- MEDEIROS, K. T, MACIEL, S.C. SOUSA, P.F., TENÓRIO-SOUSA, F.M. DIAS, C.C.M. **Representações sociais do uso e abuso de drogas entre familiares de usuários**. *Psicologia em Estudo*, Maringá, v. 18, n. 2, p. 269-279, 2013.
- MOREIRA, A. M. Modelos mentais. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre. v. 1, n. 3, p.193-232, 1996.
- MOREIRA, M. A., GRECA, I. L., PALMERO, L.R. Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência**. Belo Horizonte. v. 2, n. 3, p. 37-57, 2002.
- MOREIRA, A. M. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo**. 1. ed. Porto Alegre. 2009.
- MOREIRA, A.; F.; B.; Propostas curriculares alternativas: Limites e avanços. **Educação e Sociedade**. Campinas, v. 22, n. 73, p. 115, 2000.
- MOYES, C.; D. SCHULTE, P.; M. **Princípios de Fisiologia Animal**. 2. ed. Porto Alegre: Artimed. 2010.
- NISHIDA S. M.; DINIZ, R.E.S.; OLIVEIRA, F.A.K.; SILVA, D.F. CAMPAGNA, L. P. **Facilitando o ensino de Neurociências na sala de aula por meio de modelos**. Disponível em: <www.unesp.br/prograd/PDFNE2006/artigos/capitulo3/facilitandoensino.pdf>. Acesso em 27 jul. 2016.
- NORMAN, D. A. Some observations on mental models. In: GENTNER, D.; STEVENS, A.; L. (Org.). **Mental models**. LEA: Hillsdale, 1983. p.7-14.
- OSTERMANN, F; CAVALCANTI, C. J. **Teorias de Aprendizagem**. Biblioteca Central da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). 1. edição, 2011. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/uab/informacoes/publicacoes/materiais-de-fisica-para-educacaobasica/teorias_de_aprendizagem_fisica.pdf>. Acesso em 10 fev. 2016.

- PELIZZARI, A. KRIEGL, M.L., BARON, M. P. FINCK, N.T.L. DOROCINSKI, S.I. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.
- SANTOS, R. V. Abordagens do processo de aprendizagem de ensino e aprendizagem. **Revista Integração**. São Paulo, ano 11, n. 40, p. 19-31, jan. /fev. /mai. 2005.
- SCHWAMB, K. B. **Mental Models**: A Survey. Department of Information and Computer Science. University of California. 1990.
- SÉRIO, T. M. D. A. P. O behaviorismo radical e a psicologia como ciência. **Revista brasileira de terapia comportamental e cognitiva**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 247-262, 2005.
- RAMALHO, F. A. **Modelos mentais e representações analógicas de Alunos da educação de jovens e adultos - EJA - no ensino de ciências**. Dissertação em Educação Tecnológica. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. 2009.
- REVISTA NOVA ESCOLA. **Três ideias sobre a aprendizagem**. São Paulo, Edição. 237, p. 56-58, nov. 2010.
- ROSSANI, L. B.; POLINARSKI, C. A. Reflexões sobre metodologias para o ensino de biologia: uma perspectiva a partir da prática docente. **Programas e Projetos - Produções PDE**. p. 1-25. 2007.
- ROSSI, C. K.; BIASIBETTI, L.; BOFF, E. T. O. Situação de estudo e o livro didático análise dos conteúdos de biologia. In: IX ANPED SUL. Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul., Porto Alegre, 2012. **Anais**, Porto Alegre, p. 1-15. 2012.
- TAUCEDA, K.C.; DEL PINO, J.C. Modelos e outras representações mentais no estudo do DNA em alunos do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 337-354. 2010.
- VASCONCELLOS, C.; S. Avaliação da Aprendizagem: Práticas de Mudanças por um Praxis Transformadora. **Coleção Cadernos pedagógicos do Libertad**. São Paulo: Libertad, v. 6, 1956.
- VOSNIADOU, S. **Capturing and modeling the process of conceptual change**. Learning and Instruction, v. 4, 1994.
- WALL, M.; L.; PRADO, M.L.; CARRARO, T.; E. A experiência de realizar um estágio docência aplicando metodologias ativas. **Acta Paulista de Enfermagem**. São Paulo, v. 21, n. 3, p.515-9. 2008.
- ZACCARELLI, L. M.; GODOY, A. S. Perspectivas do uso de diários nas pesquisas em organizações. **Cadernos EBAPE.BR**. Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 550-563. 2009.