

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

RAIR DE LIMA NICÁCIO

A APLICAÇÃO DA TEORIA DOS MODELOS MENTAIS AO ENSINO DE VÍRUS

**Rio Branco
2017**

RAIR DE LIMA NICÁCIO

A APLICAÇÃO DA TEORIA DOS MODELOS MENTAIS AO ENSINO DE VÍRUS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre Profissional em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora:

PROFA. DRA. MARIA DO SOCORRO NERI MEDEIROS DE SOUZA

**Rio Branco
2017**

© NICÁCIO, R. L., 2017.

NICÁCIO, Rair de Lima. **A aplicação da teoria dos modelos mentais ao ensino de vírus**. Rio Branco: Universidade Federal do Acre, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, 2017. 155f.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

N582a Nicácio, Rair de Lima, 1978-

A aplicação da teoria dos modelos mentais ao ensino de vírus / Rair de Lima Nicácio. -- Rio Branco: Universidade Federal do Acre, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Centro de Ciências e da Natureza, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, 2017.

155f.: il.; 30 cm

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de *Mestre Profissional em Ensino de Ciências e Matemática*.

Orientadora: Prof^a Dra. Maria do Socorro Neri Medeiros de Souza

Inclui bibliografia

Agostinho Sousa Crb11-547

RAIR DE LIMA NICÁCIO

A APLICAÇÃO DA TEORIA DOS MODELOS MENTAIS AO ENSINO DE VÍRUS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre Profissional em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Profa. Dra. Maria do Socorro Neri Medeiros de Souza
Universidade Federal do Acre
Orientadora

Prof. Dr. Gilberto Francisco Alves de Melo
Universidade Federal do Acre
Membro Interno

Prof. Dr. Francisco Raimundo Alves Neto
Universidade Federal do Acre
Membro Externo

**Rio Branco
2017**

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Rute Menezes, aos meus filhos Valéria e Tales pelo carinho, paciência e compreensão e por se disporem às mudanças comigo.

Ao meu irmão Rovílio Nicácio pela parceira nesta caminhada.

Aos Servidores e alunos da Escola Elvira Ferreira Gomes, em particular ao professor Eclínio Furtado, por suas contribuições na coleta de dados.

À minha orientadora professora Socorro Neri pelo desafio a mim proposto e pelo auxílio na realização desta dissertação.

Aos sujeitos da pesquisa, pela disponibilidade no momento da coleta de dados, e que foram essenciais para o sucesso deste trabalho.

O aprendizado é mais do que a aquisição de capacidade para pensar; é a aquisição de muitas capacidades especializadas para pensar sobre várias coisas.

(VYGOTSKY, 2000, p. 108).

RESUMO

Esta pesquisa pretende aplicar a teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird (1983) ao ensino de biologia, de modo a favorecer a construção de conceitos sobre vírus mais próximos aos conceitos científicos por parte de alunos da terceira série do ensino médio de uma escola pública do município de Marechal Thaumaturgo/AC. Trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo do tipo estudo de caso, na qual a metodologia é desenvolvida por meio da técnica de observação participante e os instrumentos de construção de dados são compostos por questionários com algumas tarefas instrucionais e um roteiro, com vistas à construção do produto educacional, roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem fundamentados na teoria dos modelos mentais, a ser apresentado como resultado da pesquisa. Os dados coletados foram desdobrados em discussão analítica à luz da teoria de Johnson-Laird e de contribuições de Piaget e Vygotsky, o que permitiu identificar e caracterizar os modelos mentais dos alunos e utilizá-los como orientação para a elaboração de estratégias de ensino mais propícias ao ensino de vírus. Os principais resultados mostram que é imprescindível tomar como ponto de partida para a aplicação da teoria dos modelos mentais as associações que se constroem entre os modelos mentais que já estão internalizados pelos alunos e aqueles que precisam ser incorporados ou aprimorados para o entendimento das proposições científicas. Nesse sentido, faz-se necessário que durante as aulas, na medida do possível, os alunos sejam impelidos a se apropriarem dos conceitos tratados e externalizá-los através de proposições orais e escritas, de desenhos, esquemas, ilustrações, além de execução de tarefas instrucionais sobre os conteúdos, para que percebam e deem sentido ao que está sendo estudado e, com isso, construam novos modelos mentais mais aproximados aos conceitos científicos. Considera-se, pois, que esse trabalho abre perspectivas de estudos sobre o papel do aluno e suas representações cognitivas no processo de ensino e aprendizagem, bem como, apresenta possíveis propostas de tratamento sobre o tema vírus na disciplina de biologia do ensino médio a partir de um roteiro de estratégias de ensino.

PALAVRAS-CHAVE: Modelos mentais. Ensino de vírus. Conceitos científicos. Roteiro de estratégias de ensino.

ABSTRACT

This research intends to apply the theory of mental models of Johnson-Laird (1987) to the teaching of biology, in order to favor the construction of concepts about viruses closer to scientific concepts by students of the third grade of high school in a public school The municipality of Marechal Thaumaturgo /AC. It is a qualitative research of the type of case study, in which the methodology is developed through the participant observation technique and the data construction instruments are composed of questionnaires with some instructional tasks and a script, with a view to Construction of the educational product, script of teaching and learning strategies based on the theory of mental models, to be presented as a result of the research. The collected data were deployed in analytical discussion in the light of Johnson-Laird's theory and contributions from Piaget and Vygotsky, which allowed to identify and characterize the mental models of the students and to use them as a guide to the development of more propitious teaching strategies To teaching viruses. The main results show that it is essential to take as a starting point for the application of the theory of mental models the associations that are built between the mental models that are already internalized by the students and those that need to be incorporated or improved for the understanding of the scientific propositions. In this sense, it is necessary that during the classes, as far as possible, the students be impelled to appropriate the concepts treated and externalize them through oral and written propositions, drawings, diagrams, illustrations, as well as task execution Instructional on the contents, so that they perceive and make sense of what is being studied and, with that, construct new mental models closer to the scientific concepts. It is considered, therefore, that this work opens perspectives of studies on the student's role and their cognitive representations in the teaching and learning process, as well as, presents possible treatment proposals on the subject virus in the discipline of high school biology from Of a script of teaching strategies.

KEYWORDS: Mental models. Teaching of viruses. Scientific concepts. Script of teaching strategies.

LISTA DE SIGLAS

AIDS	Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
AMPEd	Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CDLD	Comissão Nacional do Livro Didático
CEB	Câmara da Educação Básica
CEDOC	Centro de Documentação em Ensino de Ciências
CNE	Conselho Nacional de Educação
CTS	Ciência, Sociedade e Tecnologia
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
EF	Ensino Fundamental
EI	Educação Infantil
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ES	Educação Superior
FAE	Fundação de Assistência ao Estudante
FENAME	Fundação Nacional do Material Escolar
FUNDEB	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação Básica
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciências e Tecnologia
INL	Instituto Nacional do Livro
LD	Livros Didáticos

LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MH	Modelizadores Híbridos
MI	Modelizadores Imagísticos
MP	Modelizadores Proposicionistas
MPECIM	Mestrado Profissional no Ensino de Ciências e Matemática
OCNEM	Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
OUT	Outros Níveis
PCN	Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio
PI	Proposicionistas e Imagísticos
PLIDEF	Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental
PNDL	Programa Nacional do Livro Didático
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
QI	Testes de Coeficiente de Inteligência
RNA	Ácido Ribonucleico
SD	Sem Data
SENTEC	Secretaria de Educação Média e Tecnológica
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo de dados das produções analisadas	28
Tabela 2 - Resumo quantitativo por gênero de produções pesquisadas	29
Tabela 3 - Quantitativo de produções conforme alguns Níveis de Ensino	30
Tabela 4 - Representação dos focos temáticos priorizados em Slongo (2004)	33
Tabela 5 - Representação dos focos temáticos priorizados em Teixeira (2008)	34
Tabela 6 – Relação dos temas sobre vírus utilizados na elaboração das questões	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Seleção de competências e habilidades no ensino de Biologia dos PCN+ 2006 - Área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias	26
Quadro 2 – Produções acadêmicas sobre a aplicação da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird ao ensino de biologia	36
Quadro 3 – Livros didáticos analisados	43
Quadro 4 – Ficha de coleta de dados sobre o assunto Vírus nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio.....	44
Quadro 5 – Diagnóstico dos modelos mentais prévios dos alunos sobre os vírus....	79
Quadro 6 – Modelos mentais prévios sobre os vírus – Aluno A	90
Quadro 7 – Modelos mentais prévios sobre os vírus – Aluno B	93
Quadro 8 – Modelos mentais prévios sobre os vírus – Aluno C	96
Quadro 9 – Modelos mentais prévios sobre os vírus – Aluno D	98
Quadro 10 – Classificação dos alunos que trabalharam ou não com modelizadores	100
Quadro 11 – Classificação dos alunos que trabalharam com modelizadores	101
Quadro 12 - Questões da atividade: “Quiz da cidadania e saúde”	110
Quadro 13 – Total de acertos do “Quiz da cidadania e saúde”	112

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantitativo das subáreas de conteúdos específicos do Ensino de Biologia	31
Gráfico 2 - O tema Vírus em número de páginas	45
Gráfico 3 - Faixa etária do grupo	85
Gráfico 4 - Tempo de dedicação aos estudos extraclasse	86
Gráfico 5 - Uso da internet para realizar pesquisa escolares	86
Gráfico 6 - Grau de dificuldade em biologia	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho do vírus bacteriófago – Aluno A	90
Figura 2 - Esquema sobre o vírus da herpes simples – Aluno A	91
Figura 3 - Esquema sobre a transmissão da dengue – Aluno A	91
Figura 4 - Desenho do vírus bacteriófago – Aluno B	93
Figura 5 - Esquema sobre a transmissão da dengue – Aluno B	94
Figura 6 - Desenho do vírus bacteriófago – Aluno D	98
Figura 7 - Mapa conceitual sobre os vírus – Aluno A	102
Figura 8 - Mapa conceitual sobre os vírus - Aluno B	102
Figura 9 - Mapa conceitual sobre os vírus – Aluno C	103
Figura 10 - Mapa conceitual sobre os vírus - Aluno D	103
Figura 11 - Modelo tridimensional do vírus da herpes	105
Figura 12 - Modelo tridimensional do vírus bacteriófago	105
Figura 13 - Desenho do ciclo lisogênico – Alunos A e B	106
Figura 14 - Desenho do ciclo lítico – Alunos C e D	107
Figura 15 – Descrição de ocorrência do vírus da dengue	108
Figura 16 - Descrição de ocorrência do vírus da AID	108
Figura 17 - Descrição de ocorrência do vírus da hepatite B	109
Figura 18 - Descrição de ocorrência do vírus da febre amarela	109

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1 - Esquema de diferentes concepções de Modelo Mental	63
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
2 O ENSINO DE BIOLOGIA	22
2.1 O Ensino de Biologia nos Documentos Curriculares do Ensino Médio	22
2.2 Recortes de produções acadêmicas em ensino de biologia no Brasil.....	27
2.2.1 Produções acadêmicas voltadas à aplicação da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird ao ensino de biologia	36
2.3 Uma reflexão sobre o tema vírus em Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio.	39
2.3.1 Histórico do Programa Nacional do Livro Didático no Brasil	40
2.3.2 Importância do Livro Didático no Universo Escolar	41
2.3.3 O tema vírus nos livros didáticos.....	42
2.3.4 Análise dos livros didáticos de Biologia.....	43
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	52
3.1 A formação de conceitos científicos em Piaget e Vygotsky.....	53
3.1.1 A formação de conceitos em Piaget.....	53
3.1.2 A formação de conceitos em Vygotsky	58
3.2 A teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird	61
3.2.1 Breve histórico de Johnson-Laird	64
3.2.2 Conceito de Modelos Mentais	64
3.2.3 Características gerais dos modelos mentais.....	66
3.2.4 Tipologia dos modelos mentais de Johnson-Laird.....	68

3.2.5 O uso de Modelos no Ensino de Biologia	70
4 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	73
4.1 Contextualização do Problema.....	73
4.2 Questão de pesquisa.....	74
4.3 Objetivo de estudo	75
4.3.1 Objetivo geral	75
4.3.2 Objetivos específicos	75
4.4 Procedimentos metodológicos.....	75
4.4.1 Exploração do tema	76
4.4.2 Coleta e tratamento de dados	77
4.4.3 Construção e testagem do produto	80
4.5 Os contextos e os sujeitos da pesquisa	81
4.5.1 O pesquisador.....	81
4.5.2 Locus da pesquisa	82
4.5.3 Sujeitos participantes da pesquisa	83
5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA.....	85
5.1 Discussão sobre o perfil socioeconômico dos sujeitos da pesquisa	85
5.1.1 Perfil dos sujeitos quanto à idade.....	85
5.1.2 Tempo dispensado aos estudos extraclasse	86
5.1.3 Frequência com que usa a internet para realizar pesquisas escolares	86
5.1.4 Grau de dificuldade de aprendizagem nas aulas de biologia	87
5.2 Discussão sobre os modelos mentais prévios dos alunos.....	88
5.2.1 Análise do Questionário de diagnóstico	89

5.2.2	Categorização dos alunos no diagnóstico prévio.....	99
5.3	Apresentação descritiva da aplicação do roteiro de estratégias de ensino-aprendizagem orientado pela teoria dos modelos mentais	101
5.3.1	Atividade do 1º dia: 19 de julho de 2016 - Tarde	101
5.3.2	Atividade do 2º dia: 21 de julho de 2016 - Tarde	104
5.3.3	Atividade do 3º dia: 25 de julho de 2016 - Tarde	106
5.3.4	Atividade do 4º dia: 27 de julho de 2016 - Tarde	107
5.3.5	Atividade do 5º dia: 29 de julho de 2016 - Tarde	109
5.4	Discussão sobre os modelos mentais expressos no roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem	113
5.5	Testagem e validação do produto	116
6	CONCLUSÃO.....	118
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
	APÊNDICES.....	128
	APÊNDICE A – Questionário de caracterização do perfil do grupo	128
	APÊNDICE B – Questionário de avaliação do Roteiro didático	129
	APÊNDICE C – Roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem a partir de modelos mentais.....	130

1 INTRODUÇÃO

Em virtude da complexidade do processo de ensino e aprendizagem, muitas teorias da aprendizagem têm sido propostas com o objetivo de fundamentar esse processo, melhorando sua efetividade e favorecendo a aprendizagem dos alunos. Nesse entendimento, encontramos uma dessas propostas na teoria formulada por Johnson-Laird (1983) sobre os modelos mentais, definida por ele como representações internas que as pessoas fazem a partir de informações que são captadas e que equivalem ao que está sendo representado.

Sendo assim, ao valorizar as ideias prévias dos alunos, a teoria possibilita boas contribuições para facilitar a construção dos conceitos mais elaborados e próximos aos conceitos científicos. Entretanto, essa teoria ainda é pouco difundida no Brasil, e, talvez por isso mesmo, são escassas as investigações sobre sua aplicação ao ensino, especialmente o de biologia no ensino médio.

A necessidade de se fazer a abordagem dessa temática surgiu durante as reflexões no estudo da disciplina de Teorias da aprendizagem do curso de Mestrado Profissional no Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM), na qual, ao participarmos de discursões mais aprofundadas sobre algumas teorias da aprendizagem, começamos a refletir sobre como os alunos elaboram e externalizam seus pensamentos e qual importância e dada aos conhecimentos que já possuem no processo de ensino e aprendizagem.

Outro fator preponderante foi a atividade de rememoração da trajetória profissional proposta na disciplina de Fundamentos Teórico-Methodológicos da Pesquisa em Educação, onde ao resgatarmos alguns episódios da caminhada estudantil, percebemos nossa atuação em sala de aula muitas vezes marcada pela passividade frente à construção do próprio conhecimento.

Tais reflexões levaram a pensar, enquanto professor, sobre as práticas de sala de aula e o modo como tratamos os conhecimentos já pertencentes e construídos pelos alunos no ensino de biologia, principalmente quando tratamos de temas pouco palpáveis, como é o caso do conteúdo de vírus, o que exige uso de estratégias de ensino mais significativas para se chegar ao entendimento dos conceitos científicos. Isso denota a real necessidade de se verificar como se constroem os conceitos desse conteúdo pelos alunos a partir do potencial da teoria

dos modelos mentais, por isso, a relevância da abordagem que o estudo pretende fazer: por um lado buscará aplicar a teoria, contribuir para a difusão e por outro, contribuir com a atualização da teoria na prática escolar.

Nesse sentido, o presente estudo buscou responder ao seguinte questionamento: A aplicação da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird ao ensino de biologia favorece a construção de conceitos mais próximos aos conceitos científicos por parte dos alunos no ensino médio? Partindo dessa questão é que foram estabelecidos os objetivos de estudo e os procedimentos metodológicos utilizados na coleta e construção de dados.

Com foco no esclarecimento da questão o estudo, constituímos como objetivo, aplicar a teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird ao ensino de biologia, de modo a favorecer a construção de conceitos sobre os vírus, mais próximos aos conceitos científicos por parte dos alunos da segunda terceira série do ensino médio de uma escola pública do município de Marechal Thaumaturgo /Ac. Decorrente disso, no propomos também: averiguar quais modelos mentais advindos da aprendizagem escolar sobre os vírus são explicitados pelos alunos; identificar as possíveis causas limitantes da aprendizagem apresentadas pelos alunos sobre os vírus, e ainda, elaborar e aplicar um roteiro de estratégias de ensino-aprendizagem fundamentado na teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird numa situação concreta de sala de aula, analisando sua eficácia e/ou necessidade de reformulá-lo.

Devido a natureza e profundidade da temática, o perfil dos sujeitos, a coleta, análise e construção dos dados, pautamos a pesquisa pela abordagem qualitativa do tipo estudo de caso, tendo em vista que a aplicação da teoria dos modelos mentais ao ensino de biologia tem um grupo de alunos da terceira série do ensino médio como sujeitos e por isso, requer atenção apurada e ao mesmo tempo entendimento sistemático.

Na construção da pesquisa, somado ao referencial teórico, utilizamos os registros escritos da observação participante durante a aplicação dos questionários e do roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem que foram aplicados e analisados para poderem ampliar e constituir a discussão, muito embora se saiba que além destes, outros instrumentos podem também ser utilizados para dar conta de capturar as informações necessárias ao estudo.

A dissertação estruturalmente foi organizada em: introdução, quatro capítulos e conclusão.

O primeiro capítulo traz à discussão o ideário do ensino de biologia nas orientações curriculares, seguido do panorama das produções acadêmicas sobre o ensino de biologia, sobre a aplicação da teoria dos modelos mentais ao ensino de biologia no Brasil e a quais conteúdos, e, como alguns autores tem abordado o conteúdo de vírus no livro didático.

No segundo capítulo nos debruçamos sobre o referencial teórico da pesquisa, expondo de início as contribuições de Piaget e Vygotsky para o entendimento de como se dá o desenvolvimento cognitivo e a formação de conceitos. Em seguida, focamos nos postulados centrais da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird (1983), desdobrando-os quanto ao conceito, características e tipologia. Concluimos o capítulo discorrendo sobre as aproximações possíveis das teorias de Piaget, Vygotsky e Johnson-Laird na formação de conceitos científicos, e ainda, a importância do uso de modelos no ensino de biologia.

No capítulo seguinte, descrevemos a metodologia utilizada na coleta e construção de dados e que serviram para orientar as discussões em busca da resposta da questão de estudo.

No quarto e último capítulo tratamos da apresentação e discussão dos resultados da pesquisa, além de propiciarmos a testagem e validação do produto educacional: Roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem a partir de modelos mentais.

E fazendo a retomada dos principais pontos constitutivos da pesquisa e as devidas considerações, encerramos a dissertação.

2 O ENSINO DE BIOLOGIA

Não é possível ensinar nada sem partir de uma ideia de como as aprendizagens se produzem.

(ZABALA, 2010, p. 33)

Tomando como ponto de partida a construção panorâmica do perfil do ensino de biologia no Brasil, propomos compreender e discutir alguns aspectos relevantes com vista a identificar as articulações que tratam do ensino de biologia e sua efetivação nos espaços escolares.

Para avançarmos em direção a esse objetivo, organizamos este capítulo em três momentos de análises. No primeiro, enfatizaremos algumas condições de produção das Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM), Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM) e Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) voltados ao ensino de biologia, com suas similaridades e especificidades, as quais serão explicitadas ao longo da produção.

Num segundo momento, nos propomos apresentar um panorama da produção acadêmica em ensino de Biologia, especialmente na última década, a fim de verificamos à quais horizontes apontam as pesquisa nessa área do conhecimento.

Por fim, no terceiro momento, focaremos no levante das produções acadêmicas voltadas a aplicação da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird (1983) no ensino de biologia, para verificarmos quais são as temáticas mais abordadas por esta teoria, com destaque às que se referem ao ensino do conteúdo de vírus.

2.1 O Ensino de Biologia nos Documentos Curriculares do Ensino Médio

As Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio configuram parte da reforma curricular, preconizada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB (Lei 9394/96). Em seu escopo, os documentos curriculares nacionais do ensino médio propõem dentre algumas mudanças, um currículo de base comum nacional, sob a

prerrogativa de formação autônoma intelectual e crítica do ser humano, de modo que tenha condições de se inserir na vida profissional.

Socializados em 1999, as DCNEM apresentavam um novidade, os conteúdos não estavam distribuídos mais por disciplinas, e sim, pelo que nomearam áreas de conhecimento. Ao todo, compunham três áreas, com a proposta de abordagem de grupos de conhecimento de diferentes ciências, de modo a favorecer diálogo entre as mesmas de modo interdisciplinar. Assim como ainda permanece hoje, as áreas foram denominadas de: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias.

Diante das novas leis e normas, se reconhece que as proposições das DCNEM não foram satisfatórias o bastante para determinar os novos rumos de organização da educação voltada ao ensino médio. Evidenciava-se o distanciamento concreto entre aquilo que propunham as diretrizes e as diversas realidades em que essa oferta de ensino ocorria (BRASIL, 2006).

Como afirma Moehlecke (2012, p. 47) ao fazer um estudo em torno das diretrizes curriculares nacionais do ensino médio,

À primeira vista, as diretrizes traziam um discurso sedutor e inovador, por meio da valorização de uma concepção de “educação para a vida e não mais apenas para o trabalho”; da defesa de um ensino médio unificado, integrando a formação técnica e a científica, o saber fazer e o saber pensar, superando a dualidade histórica desse nível de ensino; de um currículo mais flexível e adaptado à realidade do aluno e às demandas sociais; de modo contextualizado e interdisciplinar; baseado em competências e habilidades.

Ainda na análise do conteúdo das DCNEM, Zibas (2004 *apud* MOEHLECKE, 2012, p. 48) aponta três críticas principais: “a) a subordinação da educação ao mercado, ressignificando conceitos como flexibilização, autonomia e descentralização; b) a permanência da separação entre formação geral e formação para o trabalho; c) o poder de indução relativamente limitado das diretrizes”.

A partir de 2003, sob a coordenação da Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SENTEC), o Ministério da Educação e Cultura (MEC) fomentou uma série de discursões e consultas, com vistas a suprir lacunas de demandas pouco aprofundadas ou até mesmo que não foram contempladas nas DCNEM, o que desencadeou numa revisão publicada em 2004, contendo orientações de complementação ao primeiro documento com propostas de articulação para auxiliar

o professor a organizar melhor os conteúdos, as opções metodológicas e as competências gerais a serem empregadas no tratamento das temáticas e dos conteúdos de acordo com a disciplina da sua área.

Todo esse constitutivo ficou conhecido como Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCN) e os PCN+, nos quais se dispõe que:

Cada disciplina ou área de saber abrange um conjunto de conhecimentos que não se restringem a tópicos disciplinares ou a competências gerais ou habilidades, mas constituem-se em sínteses de ambas as intenções formativas. Ao se apresentarem dessa forma, esses temas estruturadores do ensino disciplinar e seu aprendizado não mais se restringem, de fato, ao que tradicionalmente se atribui como responsabilidade de uma única disciplina. Incorporam metas educacionais comuns às várias disciplinas da área e das demais e, também por isso, tais modificações de conteúdo implicam modificações em procedimentos e métodos, que já sinalizam na direção de uma nova atitude da escola e do professor. (PCN+, 2002, p. 13).

Os PCN+, e os PCN compuseram em 2006 mais um documento intitulado, Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM). Em 2011, como resultado de um novo processo de revisão e atualização, iniciadas em 2009, é aprovado um parecer (Parecer CNE/CEB n. 5/2011), pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) e pela Câmara da Educação Básica (CEB), que estabelece novas diretrizes curriculares para o ensino médio, apontando como principais mudanças a lei que reforça a integração entre o ensino médio e a educação profissional (lei n. 11.741/08) e a lei que garante o financiamento do ensino médio via Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação Básica (FUNDEB) (emenda constitucional n. 59/2009). Além disso, como acentua,

As novas DCNEM apontam como seu objetivo central possibilitar a definição de uma grade curricular mais atrativa e flexível, capaz de atrair o aluno para o ensino médio e combater a repetência e a evasão. Nessa direção, sugere-se uma estrutura curricular que articule uma base unitária com uma parte diversificada, que atenda à multiplicidade de interesses dos jovens. (MOEHLECKE, 2012, p. 53).

Cumprido esse pequeno roteiro sobre as orientações curriculares para o ensino médio na educação brasileira, passemos ao direcionamento das discursões para o caso mais específico que é o ensino de biologia. Em seus apontamentos (OCNEM, 2006) diz que os PCNEM relacionados ao ensino de biologia mantêm um

distanciamento entre o que se propõe em seus objetivos, não apresentando muitas sugestões de como o professor conduzir sua prática didática.

A biologia, a física, a química e a matemática constituem dentro da proposta de organização dos PNC uma mesma área de conhecimento. Conforme exposto por PCN+ (2002) como justificativa para as mesmas comporem uma mesma área é o fato de possuírem características comuns tais como: a investigação da natureza, e dos desenvolvimentos tecnológicos, compartilharem linguagens para a representação e sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos.

As características comuns à Biologia, à Física, à Química e à Matemática recomendam uma articulação didática e pedagógica interna à sua área na condução do aprendizado, em salas de aula ou em outras atividades dos alunos. Procedimentos metodológicos comuns e linguagens compartilhadas permitem que as competências gerais, traduzidas para a especificidade da área, possam ser desenvolvidas em cada uma das disciplinas científicas e, organicamente, pelo seu conjunto. Uma organização e estruturação conjuntas dos temas e tópicos a serem enfatizados em cada etapa também facilitarão ações integradas entre elas, orientadas pelo projeto pedagógico da escola. (PCN+, 2002, p. 23)

Diante desse cenário conceitual, o ensino de biologia ainda carece de compreensões com vistas ao seu tratamento, especialmente sobre a relevância do estudo de biologia, de modo que o aluno perceba ao longo das experiências teórico-práticas, a indiscutível importância que tem na sua vida.

Como entende Krasilchik (2004), o ensino de biologia deve ser contributivo para que cada indivíduo compreenda e se aprofunde sobre os processos e conceitos da biologia, sobre a importância da ciência e da tecnologia na vida moderna, sobre o interesse pelo mundo dos seres vivos, de modo que, a apropriação desses conhecimentos lhe capacite em tomadas de decisões responsáveis que possam servir ao bem pessoal e coletivo.

Para isso, é salutar conceber o aprendizado da biologia, como está disposto em PCNEM na parte que trata das Ciências da natureza Matemática e suas Tecnologias (2000, p. 14), quando afirma:

[...] O aprendizado da Biologia deve permitir a compreensão da natureza viva e dos limites dos diferentes sistemas explicativos, a contraposição entre os mesmos e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas para tudo, sendo uma de suas características a possibilidade de ser questionada e de se transformar. Deve permitir, ainda, a compreensão

de que os modelos na ciência servem para explicar tanto aquilo que podemos observar diretamente, como também aquilo que só podemos inferir; que tais modelos são produtos da mente humana e não a própria natureza, construções mentais que procuram sempre manter a realidade observada como critério de legitimação.

Em contraposição aos propósitos do ensino de biologia acima descrito, alguns teóricos apontam algumas limitações, assim como a de se fazer um ensino nos moldes tradicional, no qual o aluno assume o papel apenas de receptor de conteúdos, como aulas direcionadas completamente a memorização.

Além disso, aponta-se a defesa em excesso da organização ascendente dos conteúdos, como se a ciência fosse sempre construída dessa forma, o que gera fragmentação e, por consequência, desarticulação entre as áreas. Nesse bojo, ainda são assinalados como limitação a ênfase nos aspectos macroscópicos da Biologia.

Nesse aspecto, com vistas a não concepção do ensino de biologia apenas em seu caráter descritivo, e ao contrário, concebendo um ensino de biologia que faça sentido na vida e para a vida do aluno, a fim de que este corresponda aos objetivos dos PCN, apresentamos a seguir o quadro 1 com a compilação das competências e habilidades a serem desenvolvidas no ensino de biologia, as quais, em nosso entendimento corroboram a temática a ser desenvolvida.

Quadro 1 - **Seleção de competências e habilidades no ensino de Biologia dos PCN+ 2006 - Área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.**

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas. 	<ul style="list-style-type: none"> Representar dados obtidos em experimentos, publicados em livros, revistas, jornais ou documentos oficiais, na forma de gráficos, tabelas, esquemas e interpretá-los criticamente. [...] Correlacionar esses dados com outros relativos às condições socioeconômicas e aos índices de escolarização desses habitantes e interpretar essas correlações. Interpretar fotos, esquemas, desenhos, tabelas, gráficos, presentes nos textos científicos ou na mídia, que representam fatos e processos biológicos e/ou trazem dados informativos sobre eles.
<ul style="list-style-type: none"> Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia. 	<ul style="list-style-type: none"> Analisar dados relacionados a problemas ambientais. Comparar diferentes posicionamentos sobre assuntos avaliando a consistência dos argumentos e a fundamentação teórica.
<ul style="list-style-type: none"> Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico e estabelecer relações, identificar regularidades, invariantes e transformações. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar regularidades em fenômenos e processos biológicos para construir generalizações, como perceber que a estabilidade de qualquer sistema vivo. Identificar características de seres vivos de determinado ambiente relacionando-as a condições de vida.

<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar e utilizar modelos para explicar determinados processos biológicos. • Desenvolver modelos explicativos sobre o funcionamento dos sistemas vivos.
<ul style="list-style-type: none"> • Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar conceitos da Biologia com os de outras ciências, como os conhecimentos físicos e químicos.
<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perceber os conhecimentos biológicos como interpretações sobre o funcionamento e as transformações dos sistemas vivos construídas ao longo da história e dependentes do contexto social em que foram produzidas.
<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar os avanços científicos e tecnológicos com a melhoria das condições de vida das populações. • Perceber os efeitos positivos, mas também perturbadores, da ciência e da tecnologia na vida moderna.

Fonte: PCN+, 2006 (adaptado pelo pesquisador, 2016)

A despeito das competências e habilidades acima apresentadas, foi utilizado como critério de seleção, as que de algum modo possuem mais relação quanto ao tratamento do conteúdo de ensino de vírus, uma vez que se pretende se fazer uso das mesmas durante a proposição de atividades com base no roteiro elaborado.

Como assevera as OCNEM (2006), o ensino de certo conteúdo por competências tem por finalidade, sobretudo, orientar os conhecimentos que são aprendidos nos espaços escolares, pois se entende que o objetivo da educação escolar é oferecer as condições necessárias para que o aluno se empodere das diversas competências propostas para que possa compreender, utilizar e participar de forma ativa e reflexiva no meio em que vive para a transformação da realidade.

2.2 Recortes de produções acadêmicas em ensino de biologia no Brasil

Como o propósito de atender a um dos propósitos de abordagem deste capítulo, apresentamos alguns aspectos de produções acadêmicas sobre o Ensino de Biologia no Brasil, denominadas Estado da Arte, realizadas por Slongo (2004); Teixeira, (2008); Sales, Oliveira e Landim (2011). Pretendemos assim, fazer o mapeamento e releitura quantitativo-descritiva a partir dessas produções, pois, de modo apurado, as reflexões e dados nelas contidos, contemplam o que pretendemos apresentar.

Por atender aos mesmos propósitos que os dos autores supracitados, a pesquisa realizada, denominou-se também “Estado da Arte”. Trata-se de um mapeamento com base em categorias gerais estabelecidas pelo pesquisador com o intuito de compará-las e analisá-las.

[...] de caráter bibliográfico, elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado e teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários. (FERREIRA, 2002, p. 257)

O acesso às fontes ocorreu nos meses de agosto e setembro de 2016 e, após análise de algumas produções, optamos pelas dos teóricos já mencionados, principalmente por apresentarem variação de período temporal, o que nos possibilitou abranger um maior espaço em que o Ensino de Biologia vem sendo desenvolvido no Brasil.

Sob esses critérios de escolha, as produções foram classificadas em três partes. A primeira, entre 1972 a 2000, com estudo de autoria de Slongo (2004), considera especificamente o estudo de 130 pesquisas entre dissertações e teses sobre a produção acadêmica em Ensino de Biologia desenvolvido em programas de pós-graduação.

Na segunda, são expressos os resultados das investigações realizadas por Teixeira (2008) com propósito de analisar a produção acadêmica ocorrida entre os anos de 1972 a 2004, expressa em 351 dissertações e teses em Ensino de Biologia defendidas em programas de pós-graduação existente no Brasil.

E por último, apresentam-se os resultados dos estudos de Sales, Oliveira e Landim (2011) sobre 243 artigos publicados em cinco periódicos científicos nacionais entre os anos de 2006 a 2010, com o propósito de identificar as principais tendências atuais das pesquisas em Ensino de Biologia.

Tabela 1 - Resumo de dados das produções analisadas

Autor(es)	Ano e publicação	Quantidade de trabalhos analisados	Período de abrangência
Slongo	2004	130	1972 a 2000
Teixeira	2012	316	1972 a 2004
Sales, Oliveira e Landim	2011	243	2006 a 2010

Fonte: Elaborada pelo pesquisador, 2016.

Ao todo, como expresso na tabela 1, verificamos que o período de abrangência em que as produções foram realizadas perfaz um total de 38 anos, sendo por isso, considerado um tempo bastante extenso, embora ainda recente de pesquisas voltadas ao ensino de biologia no Brasil.

Além do período de abrangência dos estudos realizados pelos pesquisadores, foram consideradas algumas categorias de análise comuns em todas as produções. Por conta desse fator, evidenciaremos cada uma dessas categorias, a fim de que seja possível uma percepção mais ampla dos mesmos. Assim sendo, as categorias de análise tratadas aqui, constituem-se de: 1 - gênero do trabalho acadêmico (artigo, dissertação ou tese), 2 - Níveis de ensino investigados, 3 - subáreas da biologia, 4 - foco temático.

As fontes das pesquisas que estão sendo objeto de análise partiram basicamente dos bancos de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do Centro de Documentação em Ensino de Ciências, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas (CEDOC/CAMPINAS), da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (AMPEd) e, Instituto Brasileiro de Informação em Ciências e Tecnologia (IBICT). Sempre que possível, a sistematização dos dados disponíveis nas três fontes foi mensurado em tabelas a fim de facilitar a análise quantitativa e descritiva.

A primeira categoria de análise, o gênero do trabalho acadêmico (artigo, dissertação ou tese), evidenciado pelas três fontes pesquisadas, apresenta o vultoso volume de artigos e dissertações, havendo um decréscimo quanto se trata da produção de teses, conforme se consta na tabela 2.

Tabela 2 - Resumo quantitativo por gênero de produções pesquisadas

Autor(es)	Ano e publicação	Gêneros analisados			Total
		Artigos	Dissertações	Teses	
Slongo	2004	-	110	20	130
Sales, Oliveira e Landim	2011	243	-	-	243
Teixeira	2012	-	295	56	351
Total		243	405	76	724

Fonte: Elaborada pelo pesquisador, 2016.

Acreditamos que um dos fatores que justifique essa diferença significativa, esteja relacionado a fator de oferta de pós-graduação nesse período de tempo, considerando-se o seu aumento gradativo, em especial, nos últimos anos. Outro elemento que precisa ser levado em conta na análise quantitativa de cada gênero,

refere-se à possibilidade real dos autores terem feito o levantamento nos mesmos bancos de dados. Por isso, a insistência de apresentar aqui a diferença de períodos de tempo das pesquisas.

Na tabela 3, apresentamos os resultados relacionados aos níveis de ensino investigados com o propósito de percebermos em qual deles há maior concentrações das produções.

Tabela 3 - **Quantitativo de produções conforme alguns Níveis de Ensino**

Autor(es)	Nível de Ensino								Total
	EI	EF	EM	ES	EF/EM	EM/ES	G	OUT	
Slongo	-	10	32	38	3	4	5	38	130
Sales, Oliveira e Landim	2	52	39	54	12	3	56	25	243
Teixeira	1	52	101	96	22	15	18	46	351
Total	3	114	172	188	37	22	79	109	724

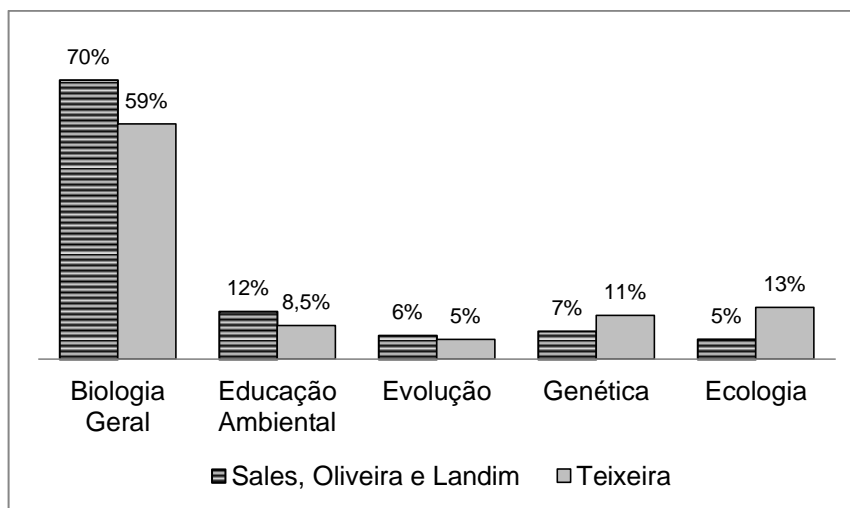
Fonte: Elaborada pelo pesquisador, 2016. Siglas: EI: Educação Infantil; EF: Ensino Fundamental; EM: Ensino Médio; ES: Educação Superior; G: Geral; OUT: Outros Níveis.

O levantamento dos dados expressos na tabela 3, corroborado com as considerações dos autores dos trabalhos aqui tratados, demonstram o destaque numérico de trabalhos voltados ao Ensino Superior em primeiro lugar e, em seguida, ao Ensino Médio. Como possível explicação para predominância, Magid; Kuenzer e Moraes (2009, 2005 *apud* MAGID 2012, p. 7), apresentam duas situações:

- I- A fase inicial da pós-graduação no país esteve ligada à expansão das vagas na universidade, à conseqüente melhoria da formação dos quadros docentes das Instituições de Ensino Superior e às exigências de titulação acadêmica para ingresso ou ascensão na carreira do magistério superior.
- II- Analisando as temáticas de estudo predominantes ao longo dos 33 anos abarcados pelo estudo, mantém-se intenso interesse nas questões relacionadas à formação de professores e análise de aspectos associados aos cursos de formação, focos temáticos fortemente ligados à Educação Superior.

Slongo (2004) destaca ainda sobre esta questão, que o Ensino de Biologia com foco no nível fundamental e médio passa a ter maior notoriedade a partir da década de 80, com o efervescer do construtivismo no cenário brasileiro, período no qual os pesquisadores influenciados pelo mesmo, voltam a atenção a esse nível, principalmente com foco em produções sobre recursos e métodos.

A terceira categoria, objeto de análise nessa produção, enfoca as subáreas da biologia comuns em dois dos três estudos, as quais estão especificadas na figura seguinte.

Gráfico 1 - **Quantitativo das subáreas de conteúdos específicos do Ensino de Biologia**

Fonte: Elaborado pelo pesquisador, 2016.

Como exposto, o gráfico 1 representa os dados referentes às pesquisas de Sales et al (2011) e Teixeira (2008) nas quais as informações são apresentadas de forma objetiva, inclusive através de gráficos, como é o caso de Sales *et al* (2011). No que se refere à Slongo, em seus estudos não é possível encontrar qualquer referência em dados à respeito dessa categoria.

A partir da literatura nacional e de estudos realizados pela equipe do CEDOC, configura os seguintes descritores que levaria em conta na classificação e descrição das pesquisas: autor, orientador, grau de titulação, instituição e unidade acadêmica, ano de defesa, nível escolar, área de conteúdo, gênero do trabalho e foco temático. (2004, p. 71)

Mesmo diante dessa peculiaridade, observamos que nos dois teóricos em estudo, é significativa (mais de 50%) a quantidade de produções que abordam o Ensino de Biologia genericamente, daí ambos classificarem-na de “Biologia Geral” ou “Tipo Geral”. Sobre esse grupo, Sales *et al* (2011) salientam que envolvem pesquisas relacionadas à formação de professores, concepções do professor sobre o ensino de biologia e currículos e programas.

Em suas abordagens, pode-se verificar também, mesmo que em menor quantidade, a presença de outras subáreas, assim como a zoologia, citologia, anatomia, botânica, bioquímica, educação em saúde, educação sexual, o que pode ser considerado como um indicador para realização de estudos nessas áreas da biologia.

A última categoria a ser destacada, refere-se aos focos temáticos privilegiados nas pesquisas. A especificação de cada foco temático está expresso conforme se encontra no Catálogo Analítico do CEDOC/UNICAMP, fonte da qual foram coletados pelos pesquisadores. Apesar disso, Slongo (2004, *apud* MEGID, 1998, p. 6-8 grifo nosso) apresenta uma criteriosa junção dos elementos que compõem cada um desses focos, como se apresenta abaixo:

- **Currículos e Programas:** Estudos dos princípios, parâmetros, diretrizes e fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de ciências, contemplando os diversos elementos convencionalmente atribuídos ao desenho curricular: objetivos educacionais, conteúdos, estratégias, avaliações, etc. Discussão do papel da escola, das relações entre ciência e sociedade e outros aspectos do sistema educacional. Avaliação de propostas curriculares ou projetos educacionais. Proposição e desenvolvimento de programas ou propostas alternativas de ensino para uma série, disciplina, semestre letivo ou ciclo escolar completo.
- **Recursos Didáticos:** estudos de avaliação de materiais ou recursos didáticos no ensino de Ciências, tais como textos de leitura, livros didáticos, materiais de laboratório, filmes, computador, jogos, brinquedos, mapas conceituais, entre outros. Trabalhos que propõem e/ou aplicam e avaliam novos materiais, kits experimentais, softwares ou outros recursos e meios instrucionais em situações de ensino formal ou extracurricular.
- **Formação de Professores:** investigações relacionadas com a formação inicial de professores para o ensino na área de Ciências Naturais, no âmbito da Licenciatura, da Pedagogia ou do Ensino Médio – modalidade Normal. Estudos de avaliação ou propostas de reformulação de cursos de formação inicial de professores. Estudos voltados para a formação continuada ou permanente dos professores da área de Ciências, envolvendo propostas e/ou avaliações de programas de aperfeiçoamento, atualização, capacitação, treinamento ou especialização de professores. Descrição e avaliação da prática pedagógica em processos de formação em serviço.
- **Características dos Professores:** diagnóstico das condições profissionais do professor da área de Ciências. Identificação do perfil sociográfico do professor, de sua estrutura intelectual, de seu conhecimento "espontâneo", de suas concepções sobre ciência, métodos de produção científica, educação, ambiente, saúde, sexualidade, etc. Diagnóstico da prática pedagógica de um professor ou grupo de professores, explicitando suas idiossincrasias e concepções do processo educacional.
- **Conteúdo-Método:** pesquisas que analisam a relação conteúdo-método no ensino de Ciências, com foco de atenção no conhecimento científico veiculado na escola, na forma como este conhecimento é difundido por meio de métodos e técnicas de ensino-aprendizagem, ou ainda na perspectiva de indissociação entre forma e conteúdo. Estudos a respeito da aplicação de métodos e técnicas no ensino de Ciências, como instrução programada, *courseware*, módulos de ensino, experimentação, dramatização, entre outros, de forma isolada ou comparativa. Trabalhos que propõem métodos alternativos para o ensino de Ciências, ou que descrevem e avaliam práticas pedagógicas e a metodologia de ensino nelas presentes.
- **Formação de Conceitos:** pesquisas que descrevem e analisam o desenvolvimento de conceitos científicos no pensamento de alunos e/ou professores, implicando processos de mudança ou evolução conceitual. Comparação de modelos de pensamento com modelos conceituais presentes na história da ciência. Estudos sobre a relação entre estrutura

cognitiva de estudantes e o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos em processos formais ou não-formais de ensino. Relação entre modelos de pensamento de estudantes e faixa etária ou nível de escolaridade.

- **História da Ciência:** estudos de revisão bibliográfica em fontes primárias e secundárias, que resgatam acontecimentos, fatos, debates, conflitos e circunstâncias da produção científica em determinada época do passado remoto e as articulações entre eles. Necessariamente, esses estudos devem explicitar alguma relação com o ensino na área de Ciências, como fundamentação de currículos, programas de formação de professores, concepções "espontâneas" dos estudantes e outras implicações para o processo de ensino-aprendizagem.

- **Filosofia da Ciência:** aspectos relativos à filosofia ou epistemologia da ciência, tais como concepção de ciência, de cientista, de método(s) científico(s); formulação e desenvolvimento de teorias científicas, paradigmas e modelos científicos. Implicações educacionais desses aspectos quanto à formulação de currículos, à formação de professores, ao desenvolvimento de programas de ensino-aprendizagem, entre outros.

- **Características dos Alunos:** diagnóstico das condições socioeconômicas e culturais dos alunos e suas implicações no rendimento escolar ou aprendizagem em Ciências. Identificação (constatação) do conhecimento prévio do aluno, de sua estrutura intelectual, modelos de pensamento ou de suas concepções sobre ciência, métodos de produção científica, ambiente, saúde, sexualidade, etc. Estudos das atitudes e características de um aluno ou grupo de alunos no contexto do processo de ensino-aprendizagem.

A proposta de investigação das principais tendências dos focos temáticos, como dito por Teixeira (2008) é verificar de que maneira estão sendo articuladas as produções em Ensino de Biologia, ou seja, quais estão tendo mais prevalências, o que poderá servir de norte para pretensos pesquisadores no campo de Ciências/Biologia. Além disso, como afirma Slongo (2004), serve ainda para entender a dinâmica de sua transformação ao longo dos anos.

Tabela 4 - Representação dos focos temáticos priorizados em Slongo (2004)

Focos temáticos	Períodos							Total
	72-76	77-81	82-86	87-91	92-96	97-20	S.D.	
Conteúdo e Método	2	14	6	10	19	12	-	63
Formação de Professores	-	1	5	4	5	8	-	23
Currículos e Programas	1	-	1	3	2	9	-	16
Características do Professor	1	-	1	-	-	1	-	3
Características do Aluno	-	1	-	2	1	1	-	5
Recursos Didáticos	-	-	-	1	1	1	-	3
Formação de Conceitos	1	-	-	-	-	-	-	1
História da Ciência	-	-	-	4	2	6	-	12
Filosofia da Ciência	1	-	-	-	-	-	-	1
Rem resumo	-	-	-	-	-	1	-	1
Outros Focos	-	1	-	-	-	-	1	2
Total	6	17	13	24	30	39	1	130

Fonte: Elaborada pelo pesquisador, 2016. Sigla: S.D. = Sem Data

Tabela 5 - Representação dos focos temáticos priorizados em Teixeira (2008)

Focos temáticos	Períodos (anos)				Total
	72-80	81-90	91-00	01-04	
Conteúdo e Método	10	11	21	16	58
Formação de Professores	2	7	23	22	54
Currículos e Programas	3	7	20	15	45
Características do Professor	1	3	16	25	45
Características do Aluno	1	3	13	24	41
Recursos Didáticos	0	4	12	22	38
Formação de Conceitos	0	0	10	6	16
História/Filosofia da Ciência	0	1	6	6	13
Educação não-formal	0	1	3	4	8
Outros Focos	0	0	4	1	5
Total	17	37	128	141	323

Fonte: Elaborada pelo pesquisador, 2016. Sigla: S.D. = Sem Data

Expressamos nas tabelas 4 e 5, os resultados dessa abordagem e, para não descaracterizar o levantamento feito por Slongo (2004) e Teixeira (2009), optamos por apresentá-los em tabelas separadas, pois como um dos objetivos é perceber o enfoque ao longo do tempo, ao unificarmos os dados ficariam disformes, já que cada uma faz a contabilização em intervalos de tempo e com algum foco temático diferente. Nesse sentido, notamos que o primeiro faz a contagem em quinquênios e o segundo, em decênio, por isso se justifica o desmembramento apresentado.

Outra diferença notória trata-se da quantidade de focos temáticos, os quais, em Teixeira (2008), ultrapassam o quantitativo de documentos analisados, perfazendo a diferença de 316 para 323, pois com explicita o próprio autor, a diferença de sete estudos dá-se devido estarem classificados em mais de um foco temático. Exceto essas diferenças, os dois trabalhos expõem basicamente o mesmo nível de classificação descendente entre os focos temáticos. O foco de Conteúdo-Método representa o maior montante de produções, ficando por último, o item relacionado à outros focos.

Os trabalhos classificados no foco 'Conteúdo-Método' apresentam pelo menos duas marcas acentuadas: ênfase no estudo da dinâmica interna presente nas salas de aula, com atenção centrada nos processos de ensino-aprendizagem, na crítica aos modelos tradicionais de ensino e na busca de alternativas metodológicas para a melhoria do processo ensino-aprendizagem; e dicotomização da relação conteúdo e forma, posto que em geral a preocupação dos autores é mais intensa em relação aos métodos de ensino, e pouco incide sobre a relação dos conteúdos com esses métodos. (TEIXEIRA E MEGID, 2012, p. 284)

Deve-se ser observado ainda, o aumento gradativo de produções conforme a passagem dos períodos, o que mais uma vez leva a crer que pode está relacionado à expansão da oferta de programas de pós-graduação, mesmo que concentrados nas regiões sul e sudeste.

Na representação proposta por Sales *et al* (2011) em sua produção, os focos temáticos estão relacionados e distribuídos graficamente de acordo com o número de produções (243 artigos) analisadas pelo mesmo. Ao contrário dos outros, não conta o quantitativo por período, razão pela qual, como já exposto, não foi posto no mesmo foco de análise. Ademais, aparecem alguns focos diferentes, tais como o que trata da Organização de instituições/Programas de Pós-Graduação, História do Ensino de Ciências, Políticas Públicas e Organização escolar, sobre os quais entendemos, poderão servir de estudos futuros.

Acreditamos que mesmo de modo parcial, conseguimos expor por meio deste item da dissertação, uma compilação panorâmica sobre a produção acadêmica em Ensino de Biologia no Brasil, uma vez que apresentamos alguns dados relevantes das categorias de análise sobre as quais no dispomos tratar. De maneira intencional, selecionamos nos trabalhos analisados, dentre outras categorias, o gênero do trabalho acadêmico (artigo, dissertação ou tese), os níveis de ensino investigados, as subáreas da biologia priorizadas e os focos temáticos.

Carece atenção retomarmos alguns pontos evidenciados. O primeiro deles é o crescente avanço quantitativo de produções sobre o Ensino de Biologia, seguido da abertura para o estudo de focos temáticos que antes não eram tão considerados como relevantes.

Outro aspecto de destaque é a preocupação de Coordenações, Centros, Associações e Institutos fomentar mecanismos para composição, preservação e divulgação e disponibilização dos diversos trabalhos produzidos para subsidiarem novas pesquisas, dentre elas, a exposta.

Consideremos ainda, a preocupação com a descentralização dos cursos de mestrado e doutorado, especialmente para as regiões norte e nordeste, afim de que as discussões sobre o Ensino de Biologia possam ser fomentadas de forma mais expressiva também nessas regiões, o que passa a de fato compor a equidade na educação superior.

Pensando sobre o perfil da geração de jovens e crianças que já nasceram envoltos em benesses e facilidades tecnológicas, urge pensar o Ensino de Biologia

na perspectiva da educação Ciência, Sociedade e Tecnologia (CTS), pois além de desafiador, há mais possibilidade de refletir assuntos relevantes numa perspectiva ativa, integradora de conceitos, sentidos e atitudes.

Por fim, há ainda a necessidade também de focar mais em produções voltadas ao saneamento de debilidades vividas no Ensino Fundamental, pois como se sabe, é o período em que as crianças vão ter contato de modo mais conceitual, procedimental e atitudinal com os diversos saberes das ciências, inclusive a Biologia, dos quais precisam ter boas referências para possibilitar a aquisição de novas habilidades nos outros níveis de estudo.

2.2.1 Produções acadêmicas voltadas à aplicação da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird ao ensino de biologia

Como já preconizado, trataremos nesta parte, do levante e análise de produções acadêmicas voltadas a aplicação da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird no ensino de biologia e as temáticas por elas abordadas.

Ao realizarmos a pesquisa sobre produções que relacionam a teoria dos modelos mentais e o ensino de biologia nas fontes já apontadas, nos deparamos com um quantitativo não muito expressivo de produções. Ao todo, foram encontradas seis produções, sendo quatro delas no formato de artigo e duas de dissertações, conforme se demonstra no quadro 2.

Quadro 2 – Produções acadêmicas sobre a aplicação da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird ao ensino de biologia

Gênero textual	Autor(es)	Ano da publicação	Título
Artigo	FALCÃO; LEÃO	2007	A utilização de multimeios educacionais na construção de modelos mentais no ensino das leis de Mendel
Artigo	PEREIRA; SAMPAIO	2008	Desenvolvimento de um ambiente de modelagem computacional para o ensino de biologia
Artigo	TAUCEDA; PINO	2010	Modelos e outras representações mentais no estudo do DNA em alunos do ensino médio
Artigo	DUSO	2012	O uso de modelos no ensino de biologia
Dissertação	FOGAÇA	2006	A inferência na construção de modelos mentais de célula
Dissertação	SILVA	2012	Compreensão da estrutura de proteínas por estudantes de nível superior, na perspectiva da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird

Fonte: Elaborado pelo pesquisador, 2016.

No trabalho de Falcão e Leão (2009), os autores propõem a investigar de que formas o uso de uma multimídia pode interferir na construção de modelos mentais por alunos do 1º ano do ensino Médio, quando são estudadas as Leis de Mendel. Para isso, justificam o uso da Teoria dos Modelos Mentais proposta por Johnson-Laird (1983) para demonstrar que o uso de softwares em biologia, pode servir como auxílio na construção de conhecimentos a partir da construção de hipóteses pelo aluno, e como uma ferramenta de didática para o trabalho do professor.

A metodologia utilizada foi a aplicação de um teste dissertativo seguido por uma entrevista semiestruturada com o objetivo de identificar a construção de um modelo mental pelos alunos, acerca de como se processa a distribuição dos genes em uma célula que passa pelo processo de meiose.

Os autores concluem que a utilização de multimídias educacionais pode ser boas estratégias para o Ensino Médio, pela sua capacidade de particularizar a aprendizagem, adaptando o ensino ao ritmo do aluno, facilitando a construção de modelos mentais suficientemente complexos, promovendo novas aprendizagens.

O trabalho de Pereira e Sampaio (2008) trata da utilização da modelagem computacional pelo professor em aula, para simular tópicos sobre ecologia e interação entre seres vivos. De acordo com os mesmos, a disponibilização de ambientes de modelagem e simulação propicia a manipulação direta do comportamento dos organismos, criando situações mais realistas, permitindo aos estudantes reverem, compararem e avaliarem os conceitos envolvidos no fenômeno estudado. Neste cenário, as interações entre professor e alunos, ou entre grupos de alunos, fornecem novos argumentos para explicar o mesmo fenômeno, levando os alunos a construir novos significados para si mesmos.

Concluem então, que à luz da teoria sobre modelos mentais de Johnson-Laird (1983), a modelagem e simulação abrem a possibilidade dos alunos explorarem e ampliarem seus modelos mentais sobre um determinado assunto estudado.

Tauceda e Pino (2010) abordam o estudo de modelos e representações mentais a relação entre a construção da aprendizagem significativa e a utilização das figuras do livro didático com um enfoque nos modelos mentais de Johnson-Laird.

Argumentam que os alunos que não usaram figuras do livro didático durante o processo de aprendizagem dos conceitos científicos (replicação do DNA – Ácido Desoxirribonucleico), apresentaram maior frequência de desenhos com modelos mentais. É discutida a relevância da produção deste tipo de representação mental no estudo do DNA em uma aprendizagem significativa.

O estudo de Duso (2012) procurou identificar o papel atribuído ao uso de modelos (modelização) no ensino de ciências, particularmente no ensino de Biologia por meio de um exemplo de atividade didático-pedagógica, que teve como propósito trabalhar a temática “corpo humano”, mediante a construção de modelos representacionais, de modo que o aluno pudesse compreender o corpo humano como um todo integrado.

O instrumento de pesquisa foi a aplicação de modelagem, com materiais recicláveis e reaproveitáveis para a produção de um biótipo de tamanho real de um determinado aluno e aluna, para verificar as diferenças anatômicas e de gênero, para que superassem algumas dificuldades no processo de entendimento da temática tratada nas aulas.

O trabalho de Fogaça (2006) foi baseado na teoria de Piaget sobre a epistemologia genética e investigou como ocorre o processo de compreensão do modelo científico de célula por estudantes de Ensino Médio e a sua relação com as transformações de seus modelos e operações mentais por meio de oficinas com o jogo “dominó do ciclo celular”, inventado pelos autores.

Para a autora, a mobilização das operações mentais adequadas à compreensão de cada modelo ocorre por meio da produção de inferências, que criam a assimilação mútua entre esquemas de ação existentes no sistema cognitivo anterior, pois o desenvolvimento das operações mentais permite que o sujeito empregue metáforas que lhe possibilitam transpor as propriedades dos objetos macroscópicos conhecidos para o objeto invisível.

Em outro trabalho, Silva (2012) se utiliza da teoria dos modelos mentais de Johnson-Lair para diagnosticar quais representações mentais sobre o estudo das proteínas, os alunos possuem e como a proposta de uma sequência didática sobre modelos táteis das proteínas podem auxiliar no ensino e aprendizagem da estrutura e função da mesma.

A metodologia configurou-se na aplicação de entrevistas, com respostas dadas oralmente, por escrito e através de desenhos e esquemas e a aplicação da

sequência didática. Como resultado da análise das repostas e da avaliação da sequência, concluiu-se que a mesma pode promover o número de alunos com modelos mentais mais elaborados e com a compreensão de conceitos que não estavam sendo compreendidos.

Além desses trabalhos voltados à biologia, no decorrer da pesquisa foi evidenciado também algumas produções na área das ciências da natureza, especialmente em física e química. Dentre essas produções, merecem destaques por sua composição e aprofundamento teórico sobre os modelos mentais, os estudos de Souza (2013), Borges (1999), Moreira e Pinto (2003), Moreira e Lageca (1998, 1999), Palmero e Noreira (1999), Pamero e colaboradores (2001), Moreira e Krey (2006), Tauceda e Pino (2010), Adbo e Taber (2009), Gibin e Ferreira (2000) e Gibin (2009), aos quais por questões de foco metodológico dessa pesquisa, não detalharemos suas abordagens, mas que contribuíram significativamente para o desdobramento da discussões, especialmente na fundamentação teórica.

Entre as contribuições, destacam-se a abordagem da teoria dos modelos mentais, os procedimentos de coleta e construção de dados e algumas reflexões advindas das discussões de seus resultados. Além disso, o que se pode perceber é que os trabalhos a partir da abordagem da teoria dos modelos mentais enfocam ciências diferentes sob as quais se permite direcionamentos diversos, dependendo do conteúdo se está tratando.

No intuito de uma aproximação mais direta entre os termos presentes no título desta produção, apresentaremos no próximo item, um estudo sobre o modo como o tema virologia é tratado em livros didáticos de biologia do Ensino Médio.

2.3 Uma reflexão sobre o tema vírus em Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio

Diante da necessidade de integração cada vez maior que os conteúdos de biologia devem assumir no cotidiano das pessoas, principalmente em questões voltadas à saúde pública, o estudo de conteúdos sobre os vírus devem ser tratados nessa perspectiva. Considerando essa relação, torna-se relevante discutirmos como o tema vírus está apresentado nos Livros Didáticos de biologia do Ensino Médio, sobretudo no contexto do município de Marechal Thaumaturgo, Acre.

Antes que passemos propriamente a essa discussão, resgatamos um breve panorama histórico do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) na educação brasileira, bem como sua importância no universo escolar.

2.3.1 Histórico do Programa Nacional do Livro Didático no Brasil

A trajetória do PNLD no Brasil remonta o ano de 1929, quando sob a denominação de Instituto Nacional do Livro (INL), foi criado esse órgão do governo federal para deliberar sobre políticas do livro didático, além de responsabilizar-se por sua produção e consequente distribuição das obras aos estudantes da rede pública brasileira. Contudo, sua atribuição ficou restrita a edição de obras literárias pensadas adequadas à formação do repertório cultural da população e a elaboração de uma enciclopédia e de um dicionário nacionais e a expansão de bibliotecas públicas.

Passados os anos, somente em 1938, como o Decreto-Lei nº 1.006, de 30/12/38 é que de fato é instituída a Comissão Nacional do Livro Didático (CDLD) com a função de estabelecer uma política de legislação, produção, controle e circulação dessas obras, as quais, até 1945 não havia de fato se consolidada.

A forma de fazer chegar os Livros Didáticos (LD) às escolas assumiu várias formatações pelos governos. Em 1971, o INL passa a desenvolver o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF) que se estende até 1976, quando em decorrência da extinção do INL, a execução do programa do livro didático passa para a Fundação Nacional do Material Escolar (FENAME). Sendo assim, por força do Decreto nº 77.107, de 4/2/76, uma grande parcela de livros é comprada pelo governo federal para ser distribuída para as escolas e das unidades federadas, entretanto, a maioria das escolas municipais não é contemplada.

Em 1983, é criada a Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), incorporando também o PLIDEF, em substituição à FENAME, a qual, dentre outras atribuições, fica responsável por examinar problemas relacionados aos livros didáticos e, pela primeira vez, sugerem que professores participem do processo de escola dos livros, bem como, a extensão do programa para as demais séries do ensino fundamental.

Em 1985, em lugar do PLIDEF, é criado pelo Decreto nº 91.542, de 19/8/85 o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que aponta algumas recomendações,

como: Indicação do livro didático pelos professores; Reutilização do livro, implicando a abolição do livro descartável e o aperfeiçoamento das especificações técnicas para sua produção, visando maior durabilidade e possibilitando a implantação de bancos de livros didáticos; Extensão da oferta aos alunos de 1ª e 2ª série das escolas públicas e comunitárias; Fim da participação financeira dos estados, passando o controle do processo decisório para a FAE e garantindo o critério de escolha do livro pelos professores.

Quanto ao atendimento do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), esse se deu a partir do ano de 2004, para alunos do 1º ano das regiões Norte e Nordeste, com a distribuição de livros de matemática e português, se estendendo até 2005. No ano seguinte, foram também disponibilizados para as outras regiões do Brasil e ainda a reposição e complementação para as regiões já beneficiadas. Destaque-se que neste mesmo ano houve a compra dos livros de biologia para todas as regiões.

Pode-se verificar que a partir do ano de 2006, iniciou-se um processo gradativo de reposição e oferta de LD para o Ensino Médio. Além dos livros das disciplinas ordinalmente citadas, houve a aquisição dos livros de história e química em 2007, sua distribuição em 2008, e em 2009, aquisição e distribuição dos livros de física e geografia, além da reposição das disciplinas já disponibilizadas.

Outra novidade que ocorreu no PNDL de 2012 foi a aquisição dos livros de Língua Estrangeira Moderna e os livros de Filosofia e Sociologia e para compor o acervo de ofertas, em 2015, os alunos do Ensino Médio passaram a contar também com o livro de arte.

Nos anos seguintes, o programa se consolidou, de modo que em períodos intercalados de três anos cada unidade pública de ensino pode escolher integralmente as obras que pretende adotar para os anos seguintes de acordo com a Guia de Livros Didáticos produzidos pelo Ministério da Educação e disponibilizados às escolas para auxiliar nesse processo.

2.3.2 Importância do Livro Didático no Universo Escolar

É consenso que os LD nas escolas públicas, constituem-se como um importante recurso tanto para o aluno quanto para o professor. Esse entendimento é

possível devido à formatação que o LD tomou nas escolas a partir das políticas educacionais adotadas para tal.

Dentre alguns teóricos da educação, encontramos Zabala (1998, p.168), que considera o LD como um material curricular, dada a sua relevância, já que para o mesmo, material curricular são “aqueles meios que ajudam os professores a responder aos problemas concretos que as diferentes fases dos processos de planejamento, execução e avaliação lhes apresentam”.

É possível ainda encontrarmos defesa nesta mesma direção em Vasconcelos e Souto (2003, p. 93-94), que sobre o ensino de ciência e o livro didático, afirmam, “[...] no ensino de ciências, os livros didáticos constituem um recurso de fundamental importância, já que representam em muitos casos o único material de apoio didático disponível para alunos e professores”.

Decerto, o LD é um recurso educacional, portanto, não é excessivo classificá-lo como instrumento, pois como defende Oliveira (1993, p 29),

“O instrumento é um elemento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza. [...] O instrumento é feito ou buscado especificamente para um certo objetivo. Ele carrega consigo, portanto a função para a qual foi criado e o modo de utilização desenvolvido durante a história do trabalho coletivo. É pois, um objeto social e mediador da relação entre o indivíduo e o mundo”.

Os LD podem funcionar como elemento de interação no desenvolvimento de potencialidades entre o aluno e o conteúdo, entre o aluno e seus colegas e entre os alunos e professor. Nessa relação dialógica, entendemos que se o LD está bem estruturado quanto à observância de alguns critérios, torna-se um elemento facilitador da aprendizagem do aluno por estimular a participação ativa nesse processo, tendo, portanto, significado para os mesmos.

2.3.3 O tema vírus nos livros didáticos

Considerando que a escola pública utilizada com local da pesquisa utiliza como um dos instrumentos de ensino o Livro Didático, fizemos a seleção dos livros Biologia que foram escolhidos pela unidade de ensino nas edições do PNDL de 2011 e 2013, respectivamente. Os LD, fazem parte de uma coletânea de três

volumes, sendo tratado nesta análise, o Volume 2, produzidos pelas editoras Ática, SM e Moderna.

O acesso às obras para estudo foi disponibilizado pelo professor ministrante da disciplina de biologia por se tratar de obras que o mesmo utiliza em suas aulas, através de uma visita *in lócus*, ocorrida no mês de junho de 2016, realizada exclusivamente para o devido fim. Além desta razão para a escola dos livros analisados, considerou-se também o fato de os mesmos fazerem parte das edições mais recentes de que escola dispõe e trabalha com seus alunos.

Quadro 3 – Livros didáticos analisados

Ref.	Título	Autor(es)	Editora	Ano de edição
LD1	Novas Bases da Biologia: Ensino Médio – vol. 2	BIZZO, N.;	Ática	2011
LD2	Biologia Hoje: Os seres vivos – vol. 2	LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.	Ática	2011
LD3	Ser protagonista: Biologia, 2º ano: Ensino Médio.	OSÓRIO, T. C. (org).	SM	2013
LD4	Conexões com a Biologia: Componente curricular: Biologia.	BRÜCKELMANN, R. H.(org).	Moderna	2013

Fonte: Elaborado pelo pesquisador, 2016.

Para fins de tratamento da informação, os livros didáticos ora selecionados para estudo foram classificados de acordo com os códigos seguintes: Novas Bases da Biologia: Ensino Médio – vol. 2 (LD1), Biologia Hoje: Os seres vivos – vol. 2 (LD2), Ser protagonista: Biologia, 2º ano: Ensino Médio (LD3), Conexões com a Biologia: Componente curricular: Biologia (LD4).

2.3.4 Análise dos livros didáticos de Biologia

O assunto Vírus nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio foi analisado a partir da construção de uma ficha de coleta de dados baseada no modelo proposto nos estudos de Batista et al (2010), o qual destaca como alguns itens a ser considerados na análise o seguinte: Conteúdo e conceitos básicos, Figuras, Contextualização e Raciocínio crítico, Atividades, Leituras complementares, conhecimento prévio, Linguagem e as Referências.

Sua pesquisa a esse respeito toma como uma das importantes referências os critérios metodológicos elaborados por Vasconcelos e Souto (2003) a partir de

alguns eixos de análise: Conteúdo teórico, Recursos visuais, Recursos adicionais e as Atividades propostas.

A partir disso, elaboramos uma ficha na qual expressamos as informações expressas em subitens acerca da análise, baseada nos seguintes critérios: 1) Quanto ao conteúdo; 2) Quanto às figuras; 3) Quanto à contextualização; 4) Quanto às atividades; 5) Quanto à abordagem correta dos assunto sobre vírus.

No quadro 4, apresentamos o agrupamento das informações coletadas nas quatro obras consultadas.

Quadro 4 – Ficha de coleta de dados sobre conteúdos vírus nos livros didáticos de Biologia

Nº	Critérios analisados	Avaliação			
		LD1	LD2	LD3	LD4
1	Quanto ao conteúdo				
1.1	Presença do conteúdo	Sim	Sim	Sim	Sim
1.2	Número de páginas dedicadas ao assunto	4	18	8	6
1.3	Linguagem adequada	Sim	Sim	Sim	Sim
1.4	Abordagem interdisciplinar	Não	Não	Não	Não
1.5	Estabelecem relações entre os capítulos estudados anteriormente	Sim	Não	Não	Não
1.6	Erros conceituais/conceitos fragmentados	Sim	Não	Não	Não
2	Quanto às imagens				
2.1	Quantidade de imagens	8	10	9	3
2.2	Imagens com legendas adequadas	Não	Sim	Sim	Sim
2.3	Imagens claras, explicativas e coerentes com o texto	Sim	Sim	Sim	Sim
2.4	Imagens do tipo ilustrações, fotos, desenhos, figuras	Sim	Sim	Sim	Sim
3	Quanto à Contextualização				
3.1	Presença de exemplificações claras, relacionadas ao cotidiano do aluno	Sim	Sim	Sim	Não
3.2	Considera o conhecimento prévio do aluno	Não	Sim	Não	Não
3.4	Estimulam o raciocínio crítico e motiva o aluno	Não	Sim	Sim	Não
4	Quanto às Atividades				
4.1	Propõem atividades em grupo e discussões em relação ao assunto	Não	Sim	Não	Sim
4.2	Sugerem leitura complementar	Sim	Não	Não	Sim
4.3	Favorecem a construção de conhecimento	Não	Sim	Sim	Sim
4.4	São diversificadas (reflexivas, múltipla escolha, interpretativas, discursivas, etc)	Sim	Sim	Sim	Não
5.	Quanto à abordagem correta de assuntos sobre os Vírus				
5.1	Definição de vírus	Não	Sim	Sim	Sim
5.2	Estrutura viral	Sim	Sim	Sim	Sim
5.3	Ciclos de replicação	Não	Sim	Sim	Sim
5.4	Vírus de plantas	Não	Sim	Sim	Não
5.5	Vírus de animais	Sim	Sim	Sim	Sim
5.6	Retrovírus	Sim	Sim	Sim	Sim
5.7	Saúde humana (doenças virais)	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Elaborado pelo pesquisador, 2016 (adaptado de Projeto de Intervenção Pedagógica – PDE/Biologia, 2009)

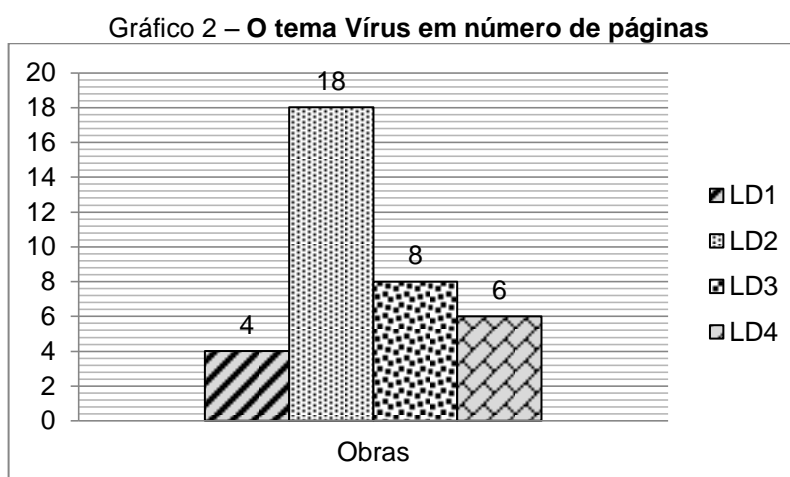
Por compreendermos a importância dos critérios acima descritos, bem como seus respectivos subitens, optamos por demonstrar e discutir também alguns dos

resultados da análise considerando esse ordenamento de modo a confrontar as informações coletadas nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio.

2.3.4.1 Quanto ao conteúdo

Esse critério que teve como primeiros itens, a presença do conteúdo e a quantidade de páginas relativas aos vírus está disposto no LD1 no total de 4 páginas como um dos pontos (ponto 2) do capítulo 3 “Seres vivos muito pequenos”, compreendendo a Unidade II chamada “Biodiversidade: Vírus, procariontes e eucariontes”. De modo semelhante, no LD2, “Vírus” é o título do capítulo II e compreende o quantitativo de 18 páginas que integram a Unidade II, a qual é intitulada “Vírus e seres de organização mais simples”.

O tratamento do conteúdo vírus no LD3 encontra-se distribuído em 8 páginas do capítulo II da Unidade II, intitulada “Nem animais, nem plantas: Vírus, procariontes, protistas e fungos”. Já no LD4, composto por 6 páginas, o assunto compõe sua primeira unidade, no tema 6 como “Vírus: os vírus estão classificados em algum reino dos seres vivos?”. Vale ressaltar que neste último livro, os conteúdos são distribuídos em unidade e, dentro das unidades distribuem-se o que denominam temas, em substituição aos que nos demais seriam os capítulos. O resumo desses subitens pode ser conferido de acordo com o gráfico abaixo.



Fonte: Elaborado pelo pesquisador, 2016.

No tocante a questão de utilização da linguagem adequada, não foi percebida nenhuma distorção que alterasse a compreensão do assunto. Entretanto,

é perceptível a variedade de terminologias de palavras, termos ou expressões referentes a uma mesmo componente ou estrutura viral. Para exemplificar isso, podemos citar a diferença referente à palavra capsídeo, a qual, no LD1 está conceituada como sendo um “envoltório que possui proteínas”, no LD2 como uma “cápsula de proteína”, no LD3 como uma “capa proteica” e, no LD4 apenas como “formada, geralmente, por proteínas”.

Decorrente dessa variação, entendemos que possa induzir os alunos a erros conceituais e se não, ao menos à elaboração mental de conceitos fragmentados. Daí, a atenção do professor-mediador em favorecer situações nas quais os alunos explorem palavras e conceitos como essas nas mais diversas representações linguísticas.

Quanto à abordagem interdisciplinar, não há menção de proposta de tratamento do conteúdo em nenhuma das obras analisadas. Disso decorre a necessidade de superação da abordagem disciplinar, concebida muitas vezes de forma fragmentada, impossibilitando a ocorrência de ensino e aprendizagem contextualizados. Nessa acepção Thiesen (2008, p. 20) corrobora ao sustentar que:

[...]“quanto mais interdisciplinar for o trabalho docente, quanto maiores forem as relações conceituais estabelecidas entre as diferentes ciências, quanto mais problematizantes, estimuladores, desafiantes e dialéticos forem os métodos de ensino, maior será a possibilidade de apreensão do mundo pelos sujeitos que aprendem.”

Nos PCNs, encontramos também ampla defesa quando se afiança que:

A interdisciplinaridade supõe um eixo integrador, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido, ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários (BRASIL, 2002, p. 88-89).

2.3.4.2 Quanto às figuras

Para análise desse critério, foram considerados quatro subitens: a quantidade, o tipo, a presença de legenda e se as mesmas auxiliam na compreensão do texto ou contexto a que se referem. Assim todas as obras apresentaram imagens relacionadas com algum aspecto do assunto.

Proporcionalmente ao número de páginas dispensadas ao conteúdo, estão em número suficiente, no entanto, levamos em conta mais o que as mesmas representam.

Contendo 8 figuras sobre o assunto, o LD1 apresenta a primeira delas, uma ilustração, como sendo uma partícula viral, destacando alguns de seus componentes, no entanto, a legenda não identifica qual o tipo de vírus representa. Já na segunda imagem que se propõe descrever o Ciclo da gripe, não esclarece na legenda como se dá a transmissão entre os animais, além de generalizar o ciclo, fazendo concluir que em todas as formas de gripe o processo é o mesmo, inclusive relacionado às questões ambientais e de tempo de infecção.

O LD2 contém 10 figuras, sendo a maioria do tipo ilustração e foto. Observou-se que sempre que possível, à exceção da primeira figura, procurou-se demonstrar as imagens ao mesmo tempo em forma de ilustração e fotos tiradas por meio de microscópio eletrônico. Houve um cuidado em detalhar o conteúdo das imagens através das legendas, deixando claro o seu entendimento. Além do mais, quando necessário, todas as imagens continham na legenda a observância de não estarem na mesma escala e o uso de cores-fantasia.

As imagens dispostas no LD3, ao todo 9, em sua maioria representavam ilustrações de vírus. Embora todas as imagens possuíssem legenda, não estavam intituladas e nem enumeradas, e com isso, seu conteúdo, para um leitor menos atento poderia passar despercebido.

No LD4, encontram-se duas ilustrações representativas de vírus e uma de bacteriófago. Mesmo em quantidade reduzida, as mesmas contêm legendas explicativas além da fonte de onde foram extraídas, sendo, portanto a única obra a apresentar essa característica.

2.3.4.3 Quanto à Contextualização

Dos quatro livros analisados sobre a presença de exemplificações claras, relacionadas ao cotidiano do aluno somente o LD4 não atendeu a esse quesito. Os demais citam a ocorrência de várias doenças como a dengue e a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS). O LD2 fez um levante histórico da Gripe Espanhola e ressalta os avanços ocorridos na vigilância epidemiológica e na produção de vacinas para combate aos vários tipos de gripe. Nessa mesma linha, na

obra há ainda outro histórico sobre a criação da Campanha de vacina no Brasil e em qual contexto se deu início a mesma.

Outra importante referência ao cotidiano do aluno é encontrada no LD1, quando discute e ilustra a ocorrência da febre amarela em espaços urbanos e silvestres, relacionando-os à infecção humana. Além disso, ilustra no mapa do Brasil as áreas de risco e contaminação por febre amarela.

Como vemos, com a presença de exemplificações claras, relacionadas ao cotidiano do aluno, tais elaborações dos autores parecem levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos, por tratarem de situações próximas às suas realidades. Isso fica claro, por exemplo, no LD2 quando abre a unidade descrevendo um caso de alguém que estava gripado e com febre, convidando os leitores à refletir sobre quais seres estariam envolvidos nesse evento.

Quanto ao estímulo do raciocínio crítico e motivação dos alunos, podemos dizer que também se configura no contexto acima descrito, muito embora boa parte das páginas de todas as obras que tratam sobre o vírus, limitou-se a discussão apenas de aspectos relacionados às suas características gerais e da descrição das doenças por eles ocasionadas.

De forma muito discreta, o LD3, em um de seus tópicos expõe uma pequena leitura sobre Terapia Gênica e sobre a importância ambiental dos vírus. Também o LD2 propõe um texto de um parágrafo sobre o Combate biológico, estabelecendo relação da biologia com a tecnologia.

2.3.4.4 Quanto às Atividades

Em análise do conteúdo das obras selecionadas verificou-se que o LD2 e o LD4 propõem atividades em grupo, muito embora se perceba que podem também ser realizadas individualmente, sem perda qualitativa de aprendizagem em relação ao assunto, havendo, portanto, construção de conhecimento. A interação a ser promovida entre os alunos e o professor, parece está mais dependente da metodologia adotada para execução das atividades propostas e as condições em que ocorrerão.

Podemos encontrar na atividade de grupo proposta no LD2, a solicitação para que em grupos os alunos escolham um dos três temas sugeridos, realizem pesquisa e apresentem o resultado para a classe e para a comunidade escolar.

Exemplo: Elaborar uma campanha (com cartazes, slogans, textos, etc.) de prevenção contra raiva, dengue e Aids. (Linhares, 2011, p 40).

Os LD1 (2 questões), LD3 (10 questões) e LD4 (1 questão) contém apenas atividade discursiva relacionada aos vírus. Por sua vez, o LD2 propõe atividades que variam entre questões de múltipla escolha, atividade em grupo, atividades reflexiva, questões para análise interpretativa, além de algumas das objetivas serem resgate das questões de avaliações do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Os LD1 e LD4 trazem sugestões de leitura complementares com indicação de temáticas e suas respectivas referências, principalmente em sites. Além disso, o LD4 faz indicação de filme e de livros. Nesse sentido, as mesmas se tornam fontes atraentes de ampliação e contextualização de informações no repertório formativo do aluno.

2.3.4.5 Quanto à abordagem correta do tema vírus

No que diz respeito à definição de vírus, exceto o LD1, os demais apresentam o conceito genérico: “São Parasitas intracelulares obrigatórios”. No LD2, por exemplo, além dessa conceituação, há um desdobramento após cada um desses termos justificando o porquê serem assim denominados. Encontramos também no glossário outra conceituação: “São agentes infecciosos que não tem estrutura celular e causam várias doenças na espécie humana e em outros seres vivos”. (LINHARES, 2011, p. 503).

No que tange à estrutura viral, as obras descrevem e representam por meio de ilustrações e microfotografias. Duas delas como base representativa o vírus da AIDS indicando os principais componentes como: envelope lipídico, capsídeo, material genético.

O LD1, como já descrito, representa, mas não identifica o tipo de vírus. Já o LD4 amplia a informação sobre a estrutura viral demonstrando exemplos como o vírus da poliomielite, do tabaco, da gripe e de bacteriófago, o que possibilita agrupar e distinguir a suas semelhanças e diferenças estruturais, especialmente quanto ao material genético: Ácido desoxirribonucleico (DNA) e Ácido Ribonucleico (RNA).

Outro subitem relevante é a abordagem dos ciclos de replicação ou ‘ciclo de multiplicação’ (grifo nosso). Essa abordagem só não foi constatada no LD1. O LD2 descreve e representa através esquema, porém não identifica se o ciclo é o lítico ou

o lisogênico, da mesma forma ocorre com o LD4. O LD3 descreve diferenciando ambos e ainda demonstra por esquema os dois processos de multiplicação viral, sendo possível levar o leitor a um possível entendimento.

Sempre que estudados os vírus são geralmente relacionados aos animais, contudo, com os vegetais há pouca referência. A evidência dessas relações é perceptível nas obras analisadas, pois todas trataram do conteúdo relacionado os vírus à saúde animal, especialmente a saúde humana.

Já a relação dos vírus com os vegetais foi encontrada de fato no LD3, quando trata em um dos seus subtítulos sobre “Vírus que parasitam plantas” (OSÓRIO, 2013, p 32). O LD2 divaga de modo indireto quanto discorre sobre a história da descoberta dos vírus. Nesse sentido, notamos que ainda é recorrente a necessidade de estudos e produções sobre os vírus no reino das plantas, pois o aprofundamento e divulgação desses estudos podem contribuir para o aprimoramento de técnicas, por exemplo, voltadas ao desenvolvimento agrícola.

Os resultados aqui apresentados sobre a análise dos livros didáticos apontam para o entendimento de que os mesmos não devem ser considerados como única obra de referência em determinado grau ou modalidade de ensino. Ao contrário, deve ser tratado como recurso de apoio tanto pelo aluno quanto pelo professor.

A ficha de análise elaborada, embora contenha possíveis limitações de abordagem, indica que a prática de seleção do LD deve ser uma atividade pedagógica, haja vista as implicações que uma escolha equivocada possa ocasionar.

Merece atenção alguns critérios como a quantidade de páginas dedicadas ao assunto, a linguagem, a abordagem interdisciplinar, a presença e tipos de imagens, estímulo ao raciocínio crítico e atividades diversificadas. Tudo isso para que o aluno seja favorecido com situações de ensino e aprendizagem que lhes auxiliam a ampliar a visão de mundo e a criticidade, além de propiciar a interação com os colegas e com o professor, perfazendo assim a dimensão social da educação.

Concernente ao estudo dos vírus, reiteramos sua associação à realidade dos alunos e daí à construção de conceitos científicos, deslocando-o da condição passiva em relação ao conhecimento, de modo que entenda as inter-relações

existentes nesse processo e compreenda o caráter dialógico dos conteúdos da Biologia.

Frente à teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird (1983) a abordagem do conteúdo sobre vírus no livro didático evidenciam que a presença de elementos com boa qualidade gráfica, como imagens, representações pictóricas, gráficos e fotografias, além das informações corretas, são imprescindíveis, pois servem de suporte para o resgate e elaboração de modelos mentais pelos alunos.

São facilitadores também da formação de modelos mentais mais elaborados, a linguagem clara, a contextualização com a realidade do educando e a presença de atividades diversificadas, que estimulem e ao mesmo tempo exijam elaboração de novos processos mentais pelos alunos.

Concluída essa parte, no próximo capítulo, focaremos na fundamentação teórica.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A mente será sempre mais complicada do que qualquer teoria a seu respeito.

(MOREIRA, 1996, p. 2)

Nosso intento neste capítulo é discutirmos sobre a teoria dos modelos mentais orientados pelo referencial de Johnson-Laird (1983) a fim de compreendermos em que consistem e como podem ser utilizados pelo aluno e pelo professor na compreensão de conceitos científicos no estudo de biologia do ensino médio. Para alcançarmos esse objetivo, faremos uma apreciação inicial sobre como ocorre o desenvolvimento cognitivo e a formação de conceitos nos aportes teóricos de Jean Piaget (1987) e Lev Vygotsky (1989).

Na segunda parte, apresentamos o contexto histórico do surgimento da teoria dos modelos mentais e a biografia do teórico-base dessa pesquisa. Prosseguindo, na terceira parte, abordamos o conceito de modelos mentais, as suas características e sua tipologia. Por último, é discutida a importância do uso de modelos no ensino de ciências, mais especificamente no ensino de Biologia.

A mente sempre foi alvo da curiosidade humana e por isso, algumas teorias cognitivas tem sido propostas. Um dos maiores desafios é entender como se dá o processo de aprendizagem.

Em meio a essas propostas, temos a teoria construtivista psicogenética de Piaget, onde se defende que o desenvolvimento ocorre a partir da interação do sujeito com o meio quando este atua sobre o mesmo, mudando a realidade que o cerca. Para isso é necessário que o indivíduo que, antes é dependente do que Piaget denomina de esquemas de ação, propiciando interação e contato como o meio, utilize esquemas mais elaborados, passando assim, da ação física às ações mentais.

Outra proposta bastante difundida é a teoria sóciointeracionista de Vygotsky, que tem como base o desenvolvimento do sujeito como resultado de um processo de interação dialética com o meio social e cultural em que vive mediados pela linguagem, que internaliza as atividades sociais externas fazendo fluir o pensamento a partir de movimentos internos.

Em Johnson-Laird, encontramos outra teoria, a dos modelos mentais, que são ideias sobre as coisas e eventos que temos em nossa mente, sendo, portanto,

uma representação, podendo ser adquirida sem instrução prévia ou advinda de alguma instrução, tornando-se assim em ferramentas para pensar.

3.1 A formação de conceitos científicos em Piaget e Vygotsky

O propósito desse tópico é refletir sobre a construção de conceitos no processo de desenvolvimento e aprendizagem do indivíduo, pois como bem acentua Torres (209, p. 1),

A preocupação com o processo de construção e aquisição de conhecimentos nos remete ao estudo dos diversos elementos que compõem tal processo, a fim de se efetuar algumas reflexões que nos levem à reconstrução de nossa ação enquanto profissional em educação. Tal problemática requer refletir ideias, elementos, que constituem o processo de aprendizagem, assim como as bases determinantes que propiciam o desenrolar da aprendizagem no contexto escolar. Portanto é necessário relacionar o indivíduo enquanto ser em desenvolvimento e o meio enquanto promotor de aprendizagem e desenvolvimento.

Para fundamentarmos nossas reflexões, tomaremos como cabedal teórico o pensamento de Piaget e Vygotsky, os quais, a partir de seus estudos, desenvolveram teorias cognitivas. O primeiro, a Teoria Construtivista Psicogenética e o segundo, a Teoria Sóciointeracionista. Ambos, com relevante influência no campo da educação, muito embora Piaget não tenha formulado necessariamente uma teoria pedagógica.

Feita essa primeira distinção entre os teóricos, queremos estudá-los para analisar como cada um concebe o processo de aprendizagem. Por isso, focaremos no que dispõem sobre o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos, a fim de que consigamos corresponder ao objetivo disposto. Apresentaremos um esboço geral sobre os aspectos básicos das teorias cognitivas construtivista de Piaget e em seguida a sóciointeracionista de Vygotsky.

3.1.1 A formação de conceitos em Piaget

Nascido na Suíça e 9 de agosto e 1896, Jean William Fritz Piaget era filho de Arthur Piaget e Rebecca Suzane, uma família rica e culta. Frequentou e terminou seus estudos universitários se formando em Biologia pela Universidade de

Neuchâtel, estudou também Filosofia e doutorou-se em Ciências Naturais em 1918 quando tinha 22 anos de idade.

Formado, Jean Piaget foi para Zurique, onde trabalhou com o estudo do raciocínio da criança como psicólogo experimental. Em Zurique, trabalhou ainda em clínicas psicológicas como psiquiatra, tendo a oportunidade ainda de assistir aulas lecionadas por Jung. Segundo relatos de sua biografia, essas experiências influenciaram-no em seu trabalho. Ele passou a combinar a psicologia experimental - que é um estudo formal e sistemático - com métodos informais de psicologia: entrevistas, conversas e análises de pacientes.

Em 1919, convidado a trabalhar no laboratório de Alfred Binet, um famoso psicólogo infantil que desenvolveu testes de inteligência padronizados para crianças, muda-se para a França. Ao realizar Testes de Coeficiente de Inteligência (QI), Piaget notava que nas crianças com mesma idade havia um padrão de ocorrência de erros e concluiu conforme com a faixa etária, o pensamento lógico tende a se apresentar de forma mais complexa, com desenvolvimento gradativo do pensamento. Em decorrência dessas primeiras conclusões sobre a mente humana ainda em 1919, começou a realizar estudos experimentais mais aprofundados sobre o assunto, além de começar a estudar sobre o desenvolvimento das habilidades cognitivas.

Jean Piaget casou com Valentine Châtenay uma de suas ex-alunas em 1924, tendo três filhas: Jacqueline, Lucienne e Laurent. Ele acompanhou meticulosamente o desenvolvimento cognitivo na infância das três filhas que se tornaram uma das grandes fontes do trabalho de observação do que chamou de "ajustamento progressivo do saber". Como resultado das observações feitas por ele e por sua esposa, escreve vários trabalhos sobre as primeiras fases do desenvolvimento.

Durante sua vida, escreveu mais de 80 livros e centenas de trabalhos científicos e, até sua morte, recebeu títulos honorários de algumas das principais universidades europeias e norte-americanas. Faleceu em 1980 com 87 anos em Genebra, na Suíça. Dentre suas publicações, destacam-se: A Linguagem e o Pensamento na Criança (1923), O Raciocínio da Criança (1924), A Representação do mundo na criança (1926), A causalidade física na criança (1927) e O julgamento moral na criança (1931).

Como apontado, a princípio, os postulados de Piaget não foram elaborados como método pedagógico, embora suas contribuições nesse campo sejam incontestáveis. Corroborando essa ideia, sobre Piaget, Fossile afirma que:

[...] Primeiramente apresentou um interesse epistemológico de como surge o conhecimento humano, e não um interesse puramente educacional. Porém, pelo fato de seus estudos terem contribuído de maneira positiva para o entendimento de várias questões relacionadas à educação, ele acabou sendo incluído na teoria pedagógica educacional. (2010, p. 106)

Pautado na teoria construtivista, Piaget apregoa que o desenvolvimento cognitivo, assim com o biológico se dá por interação do sujeito ao meio que vive à medida que se organiza e se adapta ao mesmo. Para isso, elabora um vasto construto teórico onde demonstra como ocorrem esses desenvolvimentos e, por conseqüências, a construção do conhecimento pelo sujeito.

Piaget defende que a criança interage com o meio através de esquemas, que são “estruturas mentais ou cognitivas pela quais os indivíduos intelectualmente se adaptam e se organizam ao meio”. (WADSWORTH, 1993, p. 2). De início, são mais de natureza reflexa motora como sugar e pegar, mas com o desenvolvimento da criança, esses esquemas se tornam mais distintos, numerosos e independentes, portanto mais complexos. Mas como ocorre isso?

Para o teórico, o indivíduo, ao procurar se adaptar, se depara com situações-problemas que lhe desperta naturalmente a curiosidade e o interesse por conhecê-las. Esse processo faz com que entre em estado de desequilíbrio e desadaptação, gerando um conflito cognitivo até que se mobilize e volte ao estado de equilíbrio. Para que essa mudança ocorra, lança mão e dois outros processos cognitivos: a assimilação e a acomodação.

Por assimilação, entenda-se a tentativa pela qual uma pessoa busca novos eventos para solucionar uma determinada situação partindo de esquemas já internalizados ou criando novos esquemas. Nesse sentido, os esquemas não ampliados e transformados pelo processo e acomodação.

Portanto, acomodação vem a ser a criação de novos esquemas ou a modificação de esquemas já prontos, resultando como produto do processo, e em decorrência, em mudança no seu desenvolvimento do indivíduo.

Nas palavras de Piaget, assimilação é:

[...] uma integração à estruturas prévias, que podem permanecer invariáveis ou são mais ou menos modificadas por esta própria integração, mas sem descontinuidade com o estado precedente, isto é, sem serem destruídas, mas simplesmente acomodando-se à nova situação. (PIAGET, 1996, p. 13).

A diferença conceitual entre ambas é que assimilação trata do desenvolvimento em termos qualitativos, enquanto a acomodação busca explicar como ocorre a adaptação intelectual e o desenvolvimento a partir da mudança quantitativa. Consideremos, contudo, o que afirma Wadsworth (1993, p. 7), “nenhum comportamento é só assimilação ou só acomodação. Todo comportamento reflete ambos os processos, embora alguns comportamentos expressem, relativamente, mais um processo do que outro”.

De acordo com Wadsworth (1993), é pelo processo de equilíbrio que se faz o balanço entre a assimilação e a acomodação, auto-regulando-as para que a experiência externa seja incorporada na estrutura interna. Na prática, é o esforço que o indivíduo faz para assimilar os estímulos, a fim de acomodá-los. Piaget denomina isso de equilíbrio majorante.

Os processos mentais anteriormente citados indicam que, ao internalizar os conhecimentos sobre tudo que é externo para saltar de um estágio a outro de cognição, o indivíduo o faz por abstração e tomada de consciência, reconhecendo o que é comum aos mesmos.

A teoria de Piaget divide os desenvolvimento cognitivo em 4 períodos, chamados estágios do desenvolvimento, os quais obedecem a uma mesma sequência, embora a idade do indivíduo seja variável devido ao meio ou cultura em que vive. De forma resumida, as características gerais de cada estágio são:

O primeiro estágio (**sensório-motor: 0 a 2 anos**) é o período em que os bebês têm reflexos básicos que mudam de acordo com a maturação do sistema nervoso e com a interação com o meio que os cerca. Os fatores sensório-motores contribuem para que o bebê desenvolva os primeiros esquemas de ações sem envolver representações mentais ou pensamentos. É um período em que a criança poderá elaborar esquemas de ação mais complexos, os quais poderão funcionar de base para todas as demais construções cognitivas que serão elaboradas mais tarde.

No segundo período (**pré-operatório: 2 a 6 anos**), a criança inicia o desenvolvimento da sua capacidade simbólica e não depende mais só das próprias sensações e movimentos. Nesse estágio, as crianças começam a diferenciar um significante (uma imagem ou uma palavra ou um símbolo) daquilo que ele significa e os esquemas que a criança já possui contribuem para que ela possa realizar essa distinção. Por exemplo: a criança entende que a mãe vai sair quando a vê com a bolsa.

No terceiro estágio (**operações concretas: 7 a 11 anos**), a criança começa a pensar do modo mais lógico. Porém, essa maneira lógica de pensar ainda está ligada à realidade concreta.

O último estágio (**operatório-formal: 12 a 15 anos**) traz em evidência não mais uma criança e, sim, um adolescente, que se liberta das limitações da realidade concreta e passa a pensar e a trabalhar com uma realidade possível, por meio de um raciocínio hipotético-dedutivo. (FOSSILE, 2010, p. 108-109 grifo nosso).

Sem desconsiderar os demais estágios, que são de suma importância, direcionaremos nosso foco ao último, haja vista representar a faixa etária dos sujeitos com os quais tratamos esta pesquisa. Decorrente dessa razão, está o fato de ser nessa etapa que o indivíduo torna-se capaz de construir esquemas conceituais abstratos e também realizar operações mentais de acordo com o raciocínio hipotético-dedutivo, sendo assim mais elaborada em termos de conteúdo e flexibilidade de raciocínio. Ou seja, conforme as palavras de Piaget (1971, p. 107), “o raciocínio hipotético-dedutivo torna-se possível, e com ele, a constituição de uma lógica formal, aplicável a qualquer conteúdo”.

É na medida em que se interiorizam as operações lógico-matemáticas do sujeito graças às abstrações reflexivas que constroem operações sobre outras operações, e na medida em que é finalmente alcançada essa extemporaneidade características dos conjuntos de transformações possíveis e já não apenas reais, que o mundo físico em seu dinamismo espaço-temporal, englobando o sujeito como parcela ínfima entre outras, começa a ficar acessível a uma leitura objetiva de algumas de suas leis e, sobretudo, a explicações causais que obrigam o espírito a uma constante descentração em sua conquista de objetos. (Piaget 1970, p. 50).

Ainda de acordo com Piaget (1971), quando se atinge a capacidade cognitiva de fazer abstrações particulares sobre um princípio geral, o raciocínio está suficientemente sofisticado, ou seja, apurado, e aí o indivíduo atinge o equilíbrio que lhe possibilita, por exemplo, a compreensão de teorias científicas.

Nesses processos, a abstração tem um papel relevante, por isso, Piaget também faz algumas considerações sobre as mesmas, caracteriza-as em dois tipos principais: Abstrações empíricas e Abstrações reflexivas.

Em seu entendimento, abstração empírica é aquela que o indivíduo retira as informações dos objetos, tais como propriedades físicas, que são de alguma forma, manipuláveis. Por sua vez, a abstração reflexiva provém das reflexões baseadas no conhecimento que o indivíduo tem disponível sobre as coisas ou eventos,

ultrapassando seu caráter físico, observável, exemplo, a construção do conhecimento lógico-matemático.

Decorrente das condições em que ocorre a abstração reflexiva, esta se estabelece na comparação de relações, onde se acredita, não podem emergir diretamente da experiência e sim, da abstração reflexiva, por que é independente do conteúdo, pois é gerada na comparação entre os objetos de observação, ou seja, a analogia vai além do observável.

Como vemos, a necessidade de conhecimento do objeto pelo sujeito obriga-o a realizar desde ações básicas, até operações mais complexas, o que, portanto, evidencia a aplicabilidade do pensamento piagetiano na discussão sobre a formação de conceitos científicos mais elaborados por alunos do ensino médio.

3.1.2 A formação de conceitos em Vygotsky

Membro de uma família judia com boas condições financeiras, Lev Semyonovich Vygotsky nasceu em 17 de novembro de 1896 em Orsha, uma pequena cidade provinciana, na Bielo-Rússia. Sua educação formal se deu na maior parte em casa, através de tutores particulares, até que aos 15 anos ingressou num colégio privado, para concluir os dois últimos anos do curso secundário, formando-se em 1913. (Oliveira, 1993).

Formado, ingressou na Universidade de Moscou, para o curso de Direito, no qual se formou em 1917. Paralelamente à graduação, freqüentou cursos de história e filosofia na Universidade Popular de Shanyavskii, aprofundando os estudos de psicologia, filosofia e literatura, o que foi de grande valia em sua vida profissional posterior. Anos mais tarde, ingressa no curso de medicina, devido ao seu interesse em estudar o funcionamento psicológico do homem, e particularmente, as anomalias físicas e mentais.

Entre 1917 e 1923 Vygotsky deu aulas na Escola Trabalhista Soviética, no Colégio Pedagógico de Gomel (Laboratório Psicológico), na Escola Noturna para Trabalhadores Adultos e em Cursos Preparatórios para Pedagogos. Além disso, “foi professor e pesquisador nas áreas de psicologia, pedagogia, filosofia, literatura, deficiência física e mental, atuando em diversas instituições de ensino e pesquisa, ao mesmo tempo em que lia, escrevia a dava conferências” (Oliveira 2003, p.20).

Em 1924, Vygotsky casa-se com Roza Smekhova, com quem tem duas filhas. Muda-se para Moscou e vai lecionar no Instituto de Psicologia a convite de Kornilov.

Entre os anos de 1925 a 1934 passa a trabalhar no Departamento de Educação para crianças deficientes físicas e mentais, no Instituto Pedagógico de Moscou e no Instituto Pedagógico de Leningrado. Para isso, estuda Medicina com o propósito de compreender os problemas neurológicos e suas implicações no desenvolvimento psicológico. Neste período, funda ainda o Laboratório de Psicologia na escola Formação de Professores e reúne jovens cientistas para estudos sobre Psicologia e anormalidades.

Vygotsky morre em Moscou, na Rússia, em 11 de junho de 1934, aos 37 anos, vítima de complicações de uma tuberculose contraída em 1920, enquanto cuidava de um de seus irmãos que estava infectado pela doença.

Embora curta, sua vida foi muito produtiva. Vygotsky deixou 200 trabalhos científicos escritos, ditados ou anotados. Dentre os mais famosos podemos citar: Pensamento e Linguagem, A formação social da mente, Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem.

É sobre os fundamentos de algumas dessas obras, em especial Pensamento e Linguagem, que buscamos desdobrar as discursões nesta pesquisa acerca da formação de conceitos, haja vista, Vygotsky dedicar dois capítulos da obra a essa questão.

Para Vygotsky (1989), aprendizagem e desenvolvimento são aspectos inter-relacionados no ser humano. O desenvolvimento, por sua vez, parte de dentro do sujeito, impulsionado pela aprendizagem decorrente de sua relação com o ambiente sociocultural em que está imerso, o qual lhe confere símbolos e instrumentos que mediam essa relação, como sustenta Oliveira,

[...] a aprendizagem não é, em si mesma, desenvolvimento, mas uma correta organização da aprendizagem da criança conduz ao desenvolvimento mental, ativa todo um grupo de processos de desenvolvimento, e esta ativação não poderia produzir-se sem a aprendizagem. Por isso, a aprendizagem é um momento intrinsecamente necessário e universal, para que se desenvolvam na criança essas características humanas não naturais, mas formadas historicamente (1998, p. 115).

Entre os instrumentos que impulsiona o sujeito a responder aos estímulos e agir sobre estes, está a linguagem. Derivada da cultura, a linguagem é o principal instrumento representacional dos processos de internalização, tendo a dupla função de possibilitar o intercâmbio social e pensamento generalizante.

De início, tanto para crianças como para os adultos, conforme acentua Rego (2001), o desenvolvimento da linguagem se dá pela necessidade de comunicação, pois a fala promove o contato social. Esse processo interpsíquico gradualmente vai sendo internalizado e tornando-se um processo intrapsíquico que é quando a linguagem passa a mediar o pensamento do sujeito ao nomear alguma coisa. Nas palavras de Vygotsky.

A linguagem interior se desenvolve mediante um lento acúmulo de mudanças estruturais e funcionais; que ela se separa da linguagem exterior das crianças ao mesmo tempo em que ocorre a diferenciação das funções social e egocêntrica da linguagem; por último, que as estruturas da linguagem dominada pela criança tornam-se estruturas básicas de seu pensamento (VYGOTSKY, 2001, p. 148).

Vygotsky (1984), afirma que existem dois níveis de desenvolvimento que ocorrem de forma simultânea durante toda a vida do sujeito. O nível de desenvolvimento real consiste naquilo que o sujeito pode fazer sozinho, portanto já os domina e não necessita da ajuda.

O outro nível é o desenvolvimento potencial, que são as capacidades que ainda não foram construídas pelo sujeito e que, por isso, necessitam da ajuda de um parceiro mais experiente para ensiná-lo a desenvolver tais capacidades de forma independente, pois são conhecimentos que ainda não foram internalizados. Em outras palavras Oliveira ratifica,

Essa possibilidade de alteração no desempenho de uma pessoa pela interferência de outra é fundamental na teoria de Vygotsky. Em primeiro lugar porque representa de fato, um momento do desenvolvimento: não é qualquer indivíduo que pode a partir da ajuda de outro, realizar, qualquer tarefa. Isto é. A capacidade de se beneficiar de uma colaboração de outra pessoa vai ocorrer num certo nível de desenvolvimento, mas não antes. (1995, p.59).

Mas, qual é o elo de relação entre estes dois níveis? Para responder a esse questionamento, há a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que consiste no espaço entre os dois níveis onde atuam os mediadores como desencadeadores de

processos de aprendizado. Nesse sentido, a aprendizagem é um processo de conhecimento individual e o aprendizado é resultado da mediação, portanto, do meio, no processo de internalização do conhecimento pelo sujeito. A Zona de Desenvolvimento Proximal,

[...] é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1989, p. 97).

A relação entre o que o aluno já sabe e aquilo que tem potencialidade de saber, Vygotsky atribui a escola um papel muito importante, porque é quem media a aprendizagem atuando na ZDP dos alunos. Além disso, ao interagir com o professor, com os outros alunos e o contato com os diferentes signos, o nível potencial é deflagrado pela aprendizagem e transpõe-se ao nível real.

Para Vygotsky, (1981 *apud* FILHO, 2008), o desenvolvimento humano é definido pelos processos de amadurecimento do organismo individual e pela aprendizagem que desperta os processos internos do desenvolvimento, quando interagem com os demais e com o ambiente cultural.

As concepções das teorias de Piaget (1987) e Vygotsky (1989) sobre o desenvolvimento cognitivo e sobre a formação de conceitos, mesmo que cada uma ao seu modo, apontam alguns elementos importantes a serem considerados nesses processos. Alguns desses merecem destaque, tais como a função da linguagem nas relações entre a pessoa com os outros e com o meio externo e vice-versa, assim como o papel mediador daquele que é o parceiro mais experiente.

3.2 A teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird

A mente é objeto de estudo desde a Grécia antiga. No entanto, somente ao final do ano de 1950 se consolida como área de estudo da psicologia, denominada psicologia cognitiva ou cognitivismo.

A psicologia cognitivista preocupa-se com o processo da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição, e tem como objetivo identificar padrões estruturados dessa transformação. Cognição é o processo através do qual o mundo de significações, isto é, atribui significados à realidade em que se encontra. Esses significados são

pontos de partidas para atribuição de outros, originando, então, à estrutura cognitiva. (MOREIRA; MASINI, 1982, p.3).

Como ponto principal, a psicologia cognitiva defende que o conhecimento humano representado internamente é processado pela mente. Nesse sentido, o conceito de representação torna-se relevante na investigação em ensino de ciências e, por conseguinte, no ensino de biologia, uma vez que a aprendizagem se constrói na dinâmica das representações internas sobre o mundo externo, ou seja, diversos conceitos são construídos em nossa mente em alusão ao meio que nos rodeia, incluindo-se o espaço de sala de aula.

Em cada ciência ou campo de conhecimento foram e ainda são criadas e estabelecidas formas de representá-las linguisticamente, seja por meio da linguagem oral, escrita ou simbólica. Todas essas representações caracterizam-nas e ao mesmo tempo distinguem-nas, de modo, que até o que foge da existência concreta, como por exemplo as nossas fantasias e nossa imaginação, ou ainda os seres e as coisas existentes, mas que não são captados apenas pelos nossos sentidos, mesmo que muito apurado, são passíveis de representações que lhes conferem identidade, forma e significado.

Considerando essas impressões sobre o mundo exterior e interior, em seu estudos, Moreira et al. (2002, p. 38) chama a atenção para o que vem a ser uma representação. Para ele, “uma representação é qualquer notação, signo ou conjunto de símbolos que representa alguma coisa que é tipicamente algum aspecto do mundo exterior ou de nosso mundo interior, ou seja, de nossa imaginação em sua ausência”.

Como exposto, as representações podem ser nomeadas como representações externas e representações internas. As representações externas podem ser exemplificadas por materiais como mapas, diagramas, pinturas, manuais, descrições escritas, por isso, tais representações denominam-se em pictóricas e linguísticas. Já as representações internas ou mentais, ou seja, criadas na mente do indivíduo são maneiras de **re-presentar** internamente o mundo externo, pois as pessoas não captam o mundo exterior diretamente, elas constroem representações mentais internas dele. (MOREIRA, 1996, p. 2 grifo do autor).

Para alguns psicológicos cognitivistas, tudo o que é processado pela mente é passível de análise apenas através de representações mentais proposicionais,

sendo assim, tudo pode ser verbalmente expresso, inclusive as imagens que não são um tipo especial de representação.

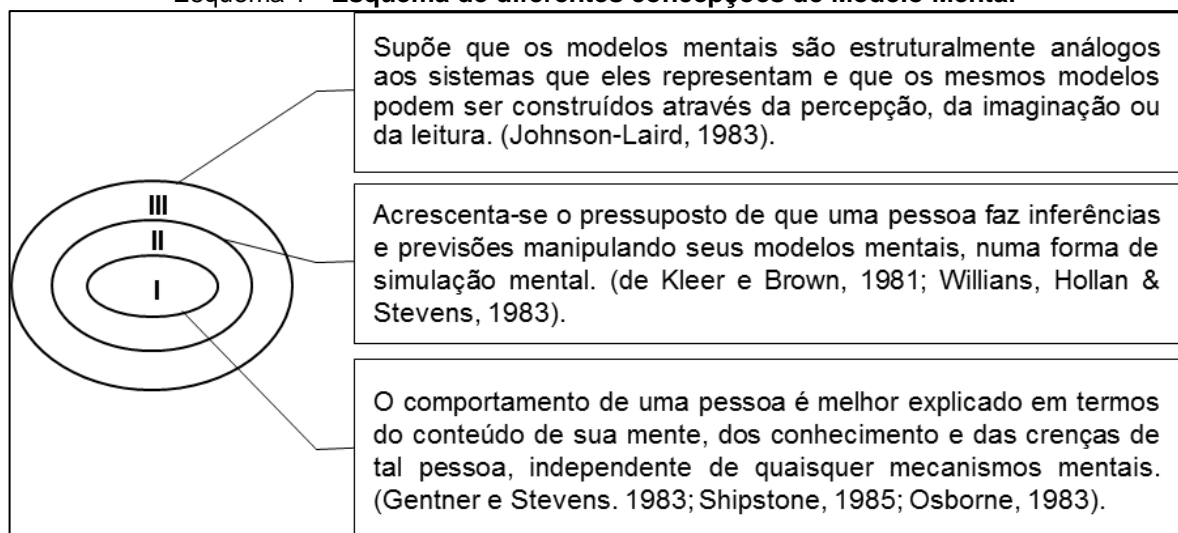
Em discordância com essa linha de pensamento, teóricos imagistas defendem com veemência um caráter de análise especial para as imagens por estas serem representações específicas, com aspectos perceptivos próprios já que captam os conceitos subjacentes a uma situação, não constituídas necessariamente de palavras.

As representações mentais analógicas de acordo com Eisenck e Keane, (1994, p. 184 *apud* MOREIRA 2009, p.45), são flexíveis, organizadas por meio de regras frouxas de combinação, concretas e específicas da modalidade por meio da qual a informação é recebida, sendo exemplos dessas representações as imagens visuais, auditivas, olfativas, táteis, e os modelos mentais.

Conforme Arruda (2003), as discussões acerca das representações mentais levaram a uma questão controversa entre os estudiosos: se o conhecimento humano representado internamente é processado pela mente em termos de representações proposicionais, que são do tipo digital, ou sob a forma de imagens, que são analógicas.

Com o objetivo de superar o impasse em relação a essa questão, são propostos por alguns teóricos como Gentner e Stevens, 1983; Shipstone, 1985; Osborne, 1983; Kleer e Brown, 1981; Willians, Hollan & Stevens, 1983 e, por último Johnson-Laird, 1983, cada um em seu tempo, a concepção de Modelo Mental, como se observa na esquematização abaixo.

Esquema 1 - **Esquema de diferentes concepções de Modelo Mental**



Fonte: Borges (1997, p. 209, adaptada de Payne, 1991).

Em meio a esse panorama, o teórico Johnson-Laird (1983), apresenta uma inovação consensual ao propor o conceito de Modelo Mental, de modo a desfazer o impasse. Nas representações feitas pela mente, através de processos cognitivos implícitos, a utilização de proposições permite a construção de um modelo mental e a imagem é a visualização desse modelo.

Veremos mais detalhadamente em Johnson-Laird o conceito de representação e suas categorizações, para o construto das representações internas ou mentais, as quais são subdivididas em representações mentais proposicionais e representações mentais analógicas.

3.2.1 Breve histórico de Johnson-Laird

Nascido em 12 de outubro de 1932, na Inglaterra, Philip Nicholas Johnson-Laird estudou na Escola Culford e University College London, onde ganhou a Medalha Rosa Morison em 1964 e uma bolsa James Sully entre 1964-1966, defendeu a tese de doutorado sobre Prática da Linguagem Natural, desenvolveu estudos em Psicolinguística, mais precisamente, memória para compreensão e, conseguiu um Pós-doutorado em 1967.

Em 1975 Retorna ao estudo do raciocínio dedutivo (Models of Deduction) com a apresentação em sua obra da Teoria dos Modelos Mentais (Mental Models) em 1983, sendo que atualmente é Professor de Psicologia do Departamento de Psicologia da Universidade de Princeton nos Estados Unidos da América.

3.2.2 Conceito de Modelos Mentais

De acordo com Johnson-Laird (1983, p.165), representações “proposicionais são como cadeias de símbolos que correspondem a linguagem natural, modelos mentais são análogos estruturais do mundo e imagens são visualizações de modelos sob um determinado ponto de vista”. Existem três tipos diferentes de representações mentais.

As representações proposicionais constituem-se em cadeias de símbolos relacionados à linguagem natural, decodificadas e interpretadas pela linguagem

mental, o mentalês, representando o sentido do discurso, podendo se configurando como ponto de partida para a construção do modelo mental.

Quanto ao outro tipo de representação mental, as imagens mentais, são representações do que se vê dos modelos mentais, seja de objetos ou eventos correspondentes no mundo real, vistos sob um ângulo particular, seja de objetos ou situações imaginárias. É o que Borges (1999) caracteriza como instancias específicas dos modelos mentais.

O terceiro tipo de representação mental, os modelos mentais, são equivalentes às mesmas coisas e processos que existem ou ocorrem no mundo, representando o contexto do discurso, sendo necessária alguma referência interna para que seja gerada compreensão mais elaborada sobre os mesmos.

Feita essa abordagem genérica sobre cada um dos tipos de representações mentais, sigamos então aos desdobramentos sobre a conceituação dos modelos mentais proposta por Johnson-Laird (1983), foco dessa pesquisa.

O conceito de Modelo Mental para Johnson-Laird “é uma representação interna de informações que corresponde, analogamente, ao estado de coisas que estiver sendo representado”. Moreira (1996, p. 5). Modelos mentais são análogos estruturais do mundo.

De outra forma Borges (1998, p.9), apresenta uma definição mais simplificada afirmando que modelo mental é um modelo que existe na mente de alguém. Portanto, por dizerem respeito às nossas representações internas, justifica-se sobremaneira a utilização de seus pressupostos teóricos em defesa de que também no estudo dos conceitos de biologia só é possível aprendizado novo partindo daquilo que já se conhece, ou seja, do que de algum modo, já está internalizado.

Levando em conta o objetivo do nosso estudo, faz-se necessário ressaltar, que na representação de sistemas e conceitos científicos, não se forma apenas um tipo de Modelo Mental. Ao contrário, podem existir vários modelos, os quais vão sendo substituídos à medida que o conteúdo vai sendo tratado. Além disso, são incompletos, não sendo possível também o seu conhecimento na totalidade, pois cada indivíduo constrói o seu modelo em conformidade com sua experiência com o objeto a ser conhecido.

Uma declaração importante expressa por Borges (1996) é a de que os modelos mentais, por serem dinâmicos e substituíveis, tendem a evoluir em

decorrência do desenvolvimento psicológico e da instrução, por conseguinte, reitera-se o papel da escola nesse processo.

Nessa mesma perspectiva, Gibin (2009, p. 16), avalia que os modelos mentais constituem-se como elementos importantes por contribuir com informações relevantes sobre a construção do conhecimento. Assim, segundo o autor, o estudo dos modelos mentais é interessante para entender se os alunos desenvolvem aprendizagem significativa sobre determinados conteúdos escolares.

Propostas de situações de como os modelos mentais podem ser abordados em sala de aula serão exploradas quando tratarmos da análise e construção de dados e na elaboração do produto educacional desta pesquisa. Debrucemo-nos agora nas características dos modelos mentais.

3.2.3 Características gerais dos modelos mentais

De acordo com Norman (2009), os modelos mentais apresentam algumas características que assim os constituem. A primeira dela refere-se ao fato de serem incompletos, ou seja, não existe somente um modelo, podem existir vários, sob inúmeras perspectivas, além de estarem em constante elaboração, a depender dos estímulos recebidos. Nessa acepção, outra característica é sua instabilidade, pois podem ser esquecidos alguns de seus detalhes ou até o todo, especialmente se não for usado por certo tempo.

Compreendendo ainda mais uma característica, trata-se da habilidade limitada que as pessoas têm de rodar seus modelos, partindo para outros modelos, de preferência, mais elaborados, já que como acentua uma outra de suas características, estes não possuem limites rígidos, podendo ser confundidos facilmente uns com os outros.

Por serem não-científicos, mais uma de suas distinções, tem suas bases nas mais diversas formas de conhecimento, refletindo comportamentos supersticiosos e crenças sob o que é objeto de estudo.

Algumas pessoas optam por operações físicas extras às elaborações mentais, sob o pretexto de não gerar confusão sob o que se está tentando modelar em sua mente, caracterizando um estado parcimonioso e conseqüentemente, de menor complexidade mental.

Norman (2003), diz que, como processo mental, os modelos mentais evoluem à medida que se entra em contato com conhecimentos mais ricos, ou seja, os sujeitos constroem seus próprios modelos mentais quando há interação com o que estão estudando. Por conta dessas características, os modelos mentais devem ser funcionais, muito embora não necessitem ser precisos. Apesar disso, entende-se que,

A eficácia dos modelos mentais é limitada principalmente pelo conhecimento prévio das pessoas e por suas experiências prévias com sistemas semelhantes. As aulas em que são trabalhados experimentos são momentos adequados para promover uma investigação sobre os modelos mentais dos estudantes. Desse modo, os estudantes entram em contato com um sistema real e podem tentar explicar os fenômenos químicos em questão, e dessa forma externalizar seus modelos mentais. (GIBIN, 2009, p. 17).

O uso de representações mentais para compreensão de conceitos no ensino é corriqueiro, pois, as representações estabelecidas buscam fazer uma aproximação de um domínio familiar para outro que se busca compreender ou aprender. Esse processo se dá por formação de modelos mentais em base de um raciocínio analógico. Sobre o uso e a importância de analogia, Dagher (1995 *apud* RAMANHO, 2009, p. 31) afirma que,

As analogias estão sempre presentes no processo de adquirir e assimilar conhecimento e não somente em situações de ensino: elas aparecem a todo o momento, quando tentamos explicar alguma coisa a outra pessoa durante as conversas e até mesmo no nosso pensamento quando tentamos entender algo novo.

Ainda em Ramalho (2009, p. 33), citando Harrison e Treagust (1993) que afirmam que desde o início da história registrada, a analogia tem sido usada por crianças e adultos na construção de conceitos. “As analogias são utilizadas porque possuem a capacidade de trazer na lembrança figuras mentais que ajudam na transferência de conhecimentos de um domínio familiar para outro não familiar”.

Sob esta perspectiva, Borges (1997) também destaca,

[...] O interesse em analogias, modelos e modelos mentais se deve à aceitação da ideia de que nós só podemos apreender o novo em termos daquilo que já conhecemos. Deste ponto de vista, explicações são tentativas de compreender um evento ou uma situação não-familiar em termos de coisas com as quais estamos habituados, ou em termos de sistemas familiares de relações por meio de analogias.

Quando uma coisa é dita ser análoga a outra, implica que uma comparação entre suas estruturas é feita e a analogia é o veículo que expressa os resultados de tal comparação. Analogias são, portanto, ferramentas para o raciocínio e para a explicação. Um modelo pode ser definido como uma representação de um objeto ou uma ideia, de um evento ou de um processo, envolvendo analogias. Portanto, da mesma forma que uma analogia, um modelo implica na existência de uma correspondência estrutural entre sistemas distintos. Se isso não fosse assim, os modelos teriam pouca utilidade. (BORGES, 1997, p. 207)

E completa,

A habilidade de um indivíduo em explicar e prever eventos e fenômenos que acontecem a sua volta evolui à medida que ele adquire modelos mentais mais sofisticados dos domínios envolvidos. Tais modelos evoluem com o desenvolvimento psicológico e com a instrução, num processo conhecido como mudança conceitual. (BORGES, 1997, p. 8)

Associando a ideia acima exposta a uma situação de sala de aula, pode-se afirmar que o professor tem papel preponderante, que é o de conhecer ao máximo o Modelo Mental já construído pelo aluno e criar condições para que esses modelos sejam reconstruídos, aprimorados e aprofundados, constituindo-se em aprendizagem nova, pois segundo Borges (1999, p. 85), os modelos mentais representam o contexto analógico de um discurso, de um evento ou situação, os objetos envolvidos e conhecimento do observador usado para compreendê-los.

Moreira (1996), defende que para realizar um estudo sobre os modelos mentais dos alunos, é preciso agir de forma indireta, ou seja, investigar os modelos mentais por meio do que é expresso pelos alunos, seja verbalmente, simbolicamente ou pictoricamente. Portanto, o uso de depoimentos dos estudantes, de testes escritos dissertativos com ou sem imagens pode ser proposto como metodologia visando à construção de dados em uma investigação sobre modelos mentais.

Contudo, Moreira (2005) lembra que o modelo não tem a missão de produzir significados, mas de ter funcionalidade. Em função disso, pode ser alterado pelo processo de modelagem mental no processo de negociação de significados e até mesmo evoluir para esquemas de assimilação.

3.2.4 Tipologia dos modelos mentais de Johnson-Laird

Além das características dispostas acima sobre a natureza dos modelos mentais, Johnson-Laird (1983) propõe uma tipificação, a qual chama de informal,

distinguindo-as e nominando-as em modelos mentais físicos e modelos mentais conceituais.

Nosso propósito é expô-las para fins de fundamentação teórica, mas direcionar oportunamente a discussão quando fizermos a análise dos dados da pesquisa com base em algumas dessas tipificações.

Como o próprio nome já indica, os Modelos Mentais Físicos são os que representam o mundo físico. Conforme suas representações agrupam-se em seis tipos, os quais se encontram apresentados abaixo:

1. O modelo relacional: é um quadro estático (frame) que consiste de um conjunto finito de elementos (tokens) que representam um conjunto finito de entidades físicas, um conjunto finito propriedades dos elementos representando as propriedades físicas das entidades, e um conjunto finito de relações entre os elementos representando relações físicas entre as entidades.
2. Modelo espacial: é um modelo relacional no qual as únicas relações que existem entre as entidades físicas representadas são espaciais e o modelo representa estas relações localizando os elementos (“tokens”) em um espaço dimensional (tipicamente de duas ou três dimensões). Este tipo de modelo pode satisfazer as propriedades do espaço métrico ordinário, em particular a continuidade psicológica de suas dimensões e a desigualdade triangular (a distância entre dois pontos nunca é mais do que a soma das distâncias entre cada um deles e um terceiro ponto qualquer).
3. Modelo temporal: é o que consiste de uma sequência de quadros “frames” espaciais (de uma determinada dimensionalidade) que ocorre em uma ordem temporal que corresponde à ordem dos eventos (embora não necessariamente em tempo real).
4. Modelo cinemática: é um modelo temporal que é psicologicamente contínuo; é um modelo que representa mudanças e movimentos das entidades representadas sem descontinuidades temporais. Naturalmente, este tipo de modelo pode funcionar (“rodar”) em tempo real e certamente o fará se for construído pela percepção.
5. Modelo dinâmico: é um modelo cinemático no qual existem também relações entre certos quadros (“frames”) representando relações causais entre os eventos representados.
6. Imagem: é uma representação, centrada no observador, das características visíveis de um modelo espacial tridimensional ou cinemático subjacente. Corresponde, portanto, a uma vista (ou projeção) do objeto ou evento representado no modelo subjacente. Corresponde, portanto, a uma vista (ou projeção) do objeto ou evento representado no modelo subjacente. (MOREIRA, 1996, p. 207-208).

Por sua vez, os Modelos Mentais Conceituais são os que representam conceitos mais abstratos. Vejamos sua subdivisão:

1. Modelo monádico: é o que representa afirmações (como aquelas do raciocínio silogístico) sobre individualidades, suas propriedades e identidades entre elas. Este tipo de modelo tem três componentes: um número finito de elementos (“tokens”) representando entidades individuais e suas propriedades; duas relações binárias – identidade (=) e não identidade;

e uma notação especial para indicar que é incerto se existem determinadas identidades.

2. Modelo relacional: é aquele que agrega um número finito de relações, possivelmente abstratas, entre as entidades individuais representadas em um modelo monádico.

3. Modelo metalinguístico: é o que contém elementos (“tokens”) correspondentes a certas expressões linguísticas e certas relações abstratas entre elas e elementos do modelo (de qualquer tipo, incluindo o próprio modelo metalinguístico).

4. Modelo conjunto teórico: é aquele que contém um número finito de elementos (“tokens”) que representam diretamente conjuntos; pode conter também um conjunto finito de elementos (“tokens”) representando propriedades abstratas do conjunto e um número finito de relações (incluindo identidade e não-identidade) entre os elementos que representam conjuntos. (MOREIRA, 1996, p. 208-209).

Tanto os Modelos Mentais Físicos quanto os Modelos Mentais Conceituais são formados a todo o momento de forma inconsciente pelos indivíduos, por isso, Johnson-Laird (1983) classifica esta tipologia de informal e tentativa, pois, é a pesquisa que vai dizer como são os modelos mentais que as pessoas têm na cabeça.

3.2.5 O uso de Modelos no Ensino de Biologia

O uso de modelos possui um papel significativo para o ensino de ciências em geral, além de ser muito utilizado nas aulas, porém, na Biologia, ainda é um tema pouco estudado. Diante disso, buscaremos neste tópico identificar o papel atribuído ao uso de modelos no ensino de ciências, especialmente no ensino de Biologia, pois se verifica que:

O ensino de Biologia se organiza ainda hoje de modo a privilegiar o estudo de conceitos, linguagem e metodologias desse campo do conhecimento, tornando as aprendizagens pouco eficientes para interpretação e intervenção na realidade (BORGES; LIMA, 2007, p.166).

Para Martinand *apud* Astolfi (2001, p. 103 grifo do autor), os modelos permitem a apreensão da realidade em razão de dois motivos importantes: o primeiro, é facilitar a representação do **escondido**, pois substituindo as primeiras representações por variáveis, parâmetros e relações entre variáveis, fazem com que se passe a representações mais relacionais e hipotéticas. O segundo, auxiliar a pensar o **complexo** (grifo do autor), porque identificando e manipulando bons

sistemas, permitem descrever as variáveis de estado e de interação, as relações internas entre essas variáveis, os valores de imposições exteriores.

No ensino de Biologia, a modelização caracteriza-se como uma possibilidade efetiva para o processo de ensino e aprendizagem nesta disciplina pois conforme é entendida por Pinheiro et al, (2001, p. 39), é “[...] um processo que consiste na elaboração de uma construção mental que pode ser manipulada e que procura compreender um real complexo”. Compreende-se então que, ao realizar um estudo sobre a construção de modelos mentais não é relevante apenas constatar o que os alunos possuem em comum sobre o conhecimento de algum conteúdo, mas antes, saber como se constituem a formação de novos conceitos partindo-se daquilo que já sabem.

De acordo com Gilbert & Boulter (1994 *apud* Ramalho 2009, p. 27), um modelo pode ser definido como uma representação de um evento, um objeto, um processo, uma ideia ou um sistema. Além disso, Ramalho (2009, p. 30), afirma que os modelos devem possuir objetivos específicos como, facilitar a visualização; fundamentar a elaboração e o teste de novas ideias; possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre o comportamento e as propriedades de um sistema em estudo.

Conforme Krapas et al (1997, p.190), “na literatura de educação em ciências, o termo modelo aparece com frequência, mas assume diversos sentidos”. Sendo assim, o apontam como uma articulação entre o conteúdo e metodologia, como também entre empiria/experimento; neste relacionando, respectivamente, a proposições e imagens.

Portanto, infere nestas articulações um conceito de modelos como processo representacional utilizando-se de imagens, analogias e metáforas, para auxiliar alunos e cientistas a visualizarem e compreenderem um conteúdo, que pode se apresentar de difícil compreensão, complexo e abstrato.

Nesta direção, Krapas *et al* sustentam que

O modelo mental (uma representação pessoal, privada de um alvo), o modelo expresso (aquela versão de um modelo mental que é expressa por um indivíduo através da ação, fala ou escrita), o modelo consensual (um modelo expresso que foi submetido a teste por um grupo social, por exemplo a comunidade científica, e que é visto, pelo menos por alguns, como tendo mérito), e o modelo didático (um modelo especialmente

construído para auxiliar na compreensão de um modelo consensual) (KRAPAS *et al*, 1997, p.190).

A construção de um Modelo Mental de uma concepção para o estudante, como um conceito teórico e abstrato, é um processo de comparação de modelos elaborados e confeccionados como recurso didático no processo de ensino-aprendizagem de Ciências. Assim o modelo inicial vem a servir de base para outros posteriores e aprendizagem futura, conforme defende Gonzales (2005).

Confirmando esse entendimento, Johnson-Laird (1983) pondera,

Como eles podem ter muitas formas e servir para muitas finalidades seus conteúdos são muito variados: podem conter nada mais do que elementos que representam indivíduos e identidades entre eles, como nos modelos necessários ao raciocínio silogístico; podem representar relações espaciais entre entidades ou relações temporais ou causais entre eventos. Os modelos mentais têm o conteúdo e forma que servem às finalidades para as quais foram construídos, sejam elas explicar, prever ou controlar. (JOHNSON-LAIRD, 1983, p. 410)

Tendo em vista a natureza dos conhecimentos das ciências, na biologia não se dá de modo diferente. Portanto, os modelos podem ser constituídos por variadas representações, desde os conceitos contidos nos livros didáticos, até modelos tridimensionais, elementos pictóricos, animações e filmes que podem se tornar bons recursos na apropriação de novos modelos.

A seguir, trataremos da discussão detalhada acerca dos procedimentos metodológicos empregados nesta pesquisa.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

[...] explicar um fenômeno ou sistema físico significa construir modelos mentais dele, que possam ser simulados na imaginação, para gerar explicações e descrições do comportamento e da evolução do estado do sistema.

(BORGES, 1999, p. 89)

Apresentamos neste capítulo o itinerário percorrido para a composição da pesquisa, alguns dos seus tópicos são: a contextualização do problema; a questão de pesquisa; os objetivos de estudo; os procedimentos metodológicos, os contextos e os sujeitos da pesquisa.

4.1 Contextualização do Problema

A aprendizagem dos conceitos científicos são um dos problemas encontrados mais frequentemente quando os alunos do ensino médio estudam Biologia. Essa realidade se acentua ainda mais quando abordam conteúdos relacionados aos organismos microscópicos, haja vista nem sempre dispõem de métodos e materiais necessários ao seu estudo.

Como vimos ao fazer a abordagem das produções acadêmicas em Ensino de Biologia no Brasil, existem poucas produções voltadas ao estudo das características dos alunos, ao todo, 46 pesquisas encontradas. Esse quantitativo é menor ainda quando voltados ao estudo da formação de conceitos pelos alunos, contando de apenas 17 pesquisas realizadas entre o período de 1972 à 2004. Essa constatação corrobora com a necessidade de investirmos no estudo de como os alunos constroem seus conhecimentos sobre alguns conteúdos, mais especificamente sobre o vírus na disciplina de Biologia do Ensino Médio.

A abordagem dos conteúdos sobre vírus, como organismos microscópicos, soma-se ainda a evidente indefinição quanto ao grupo de seres que pertence, o que para alguns, gera desconfiança quanto às demais características. Talvez isso seja decorrente do modelo de tratamento que é dado às ciências no âmbito escolar, considerando-as como absolutas e inquestionáveis.

Decorrente dessa realidade, mesmo possuindo alguns conhecimentos prévios necessários à construção do entendimento conceitual, os alunos não

conseguem relacioná-los, pois como postula Freitas (1989), pela falta de experiência dos estudantes no que tange ao conhecimento da célula e/ou de seres vivos microscópicos poderá dificultar a compreensão da funcionalidade dos seres vivos, como conceitos derivados ou que se relaciona como o conceito original de ser vivo.

Para alguns cientistas, os vírus não pertencerem a nenhum dos cinco reinos, por não serem considerados seres vivos, pois não possuem metabolismo e nem organização celular própria e só conseguem reproduzirem-se no interior das células vivas, sendo assim parasitas intracelulares obrigatórios, causadores de doenças aos homens e outros seres vivos. Já outros, consideram que a capacidade de replicação, a hereditariedade e a evolução já são suficientes para considerá-los seres vivos.

Como notamos, são muitas as variáveis conceituais a serem consolidadas até chegar ao entendimento sobre o que são os vírus. Isso denotou a relevância da real necessidade de se verificar o quê são e quais são os modelos mentais que os alunos constroem sobre esses seres, bem como, a elaboração de um roteiro para servir de suporte metodológico, tendo como pressuposto a teoria dos modelos mentais de Johnson-Lair (1983), para a promoção da aprendizagem do aluno, de modo que consiga construir conceitos mais elaborados e aproximados aos conceitos científicos.

Entendemos que ao seguir este percurso, estamos por um lado, buscando aplicar a teoria dos Modelos Mentais e contribuindo para sua difusão, e por outro, contribuindo com sua atualização na prática escolar, já que não são abundantes as pesquisas relacionadas à essa teoria, especialmente sobre conteúdos da disciplina de biologia.

4.2 Questão de pesquisa

Em decorrência da problematização explicitada acima, o presente estudo buscou responder ao seguinte questionamento: *Como a aplicação da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird ao ensino de vírus favorece a construção de conceitos mais próximos aos conceitos científicos por parte dos alunos no ensino médio?*

4.3 Objetivo de estudo

Tendo em vista a questão de estudo e o foco no esclarecimento desta, a pesquisa foi conduzida com foco no alcance dos seguintes objetivos:

4.3.1 Objetivo geral

Identificar e analisar a aplicação da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird (1983) ao ensino de biologia, de modo a favorecer a construção de conceitos sobre os vírus, mais próximos aos conceitos científicos por parte dos alunos da terceira série do ensino médio de uma escola pública do município de Marechal Thaumaturgo/Ac.

4.3.2 Objetivos específicos

- Analisar quais e como modelos mentais advindos da aprendizagem escolar sobre os vírus são explicitados pelos alunos;
- Identificar e discutir as possíveis causas limitantes da aprendizagem apresentadas pelos alunos sobre os vírus;

4.4 Procedimentos metodológicos

O tipo de pesquisa adotada neste estudo é de abordagem qualitativa. Entendida por Esteban (2010, p. 127) como,

Atividade sistemática orientada à compreensão e profundidade de fenômenos educativos e sociais, à transformação de práticas e cenários socioeducativos, à tomada de decisões e também ao descobrimento e desenvolvimento de um corpo organizado de conhecimentos.

A escolha dessa abordagem se justifica por entendermos que o estudo dos modelos mentais implica, dentro do contexto a que se propõe esta pesquisa, a captação e análise em detalhes dos dados dos instrumentos de coleta sobre o quê e como pensam os sujeitos.

Entendemos, no entanto, que essa modalidade de pesquisa tem caráter flexível. Sendo assim, permite que o objeto de estudo, que é o uso de modelos

mentais aplicados ao ensino de Biologia, seja investigado de forma dinâmica e ao mesmo tempo, próxima de um conjunto de fatos reais que se pretende investigar.

Nesse sentido, Minayo (2001, p. 25), elucida que a pesquisa com “abordagem qualitativa não se pode pretender o alcance da verdade, como o que é certo ou errado; deve ter como preocupação primeira a compreensão da lógica que permeia a prática que se dá na realidade”.

Em relação ao método de investigação da pesquisa qualitativa, utilizamos o estudo de caso, por retratar um grupo específico, no caso, de alunos. Desse modo, Moreira (2009, p. 13), diz que o estudo de caso pode ser definido como “uma descrição intensiva, holística e uma análise profunda de uma entidade singular, um fenômeno ou unidade social”.

Apresentamos a seguir, subdividida em três momentos, o passo-a-passo dos procedimentos metodológicos, em observância a proposta constitutiva do tipo e do método da pesquisa.

4.4.1 Exploração do tema

Desde quando fomos convidados a nos debruçar sobre a teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird aplicada ao ensino de biologia sobre vírus, iniciamos os primeiros contatos para exploração do tema através do levantamento, seleção e análise bibliográfica de teses, dissertações, livros e artigos a fim de constituirmos um cabedal teórico robusto.

Paralelo a isso, realizamos o primeiro contato com o espaço de investigação, para justificar junto à equipe gestora, na pessoa da Diretora, as razões que nos levaram a pensar e escolher aquele espaço.

Dentre essas razões, estão à familiaridade do pesquisador com os alunos em virtude de até pouco tempo trabalhar como professor na instituição e também, de alguma forma prestar homenagem de reconhecimento à instituição, pelo fato da mesma está localizada num município de Marechal Thaumaturgo, portanto, não ter sido incluí-la em nenhuma pesquisa de mestrado.

Após esse período mantivemos contato constante com a instituição, principalmente com o professor de biologia, o qual durante todo esse processo se mostrou disposto em ajudar no que fosse necessário, inclusive acompanhando a aplicação dos instrumentos de construção de dados fora do seu horário de trabalho.

Nesse ínterim, demos prosseguimento aos estudos do referencial teórico a fim de nos aprofundamos na teoria em estudo, além dos conteúdos correlacionados à sua fundamentação e contextualização, tais como: o ensino de biologia nas orientações curriculares nacionais, produções sobre os modelos mentais no ensino de biologia, o ensino de vírus nos livros didáticos, o desenvolvimento cognitivo e a formação de conceitos nas abordagens teóricas de Vygotsky e Piaget.

4.4.2 Coleta e tratamento de dados

A técnica de coleta e construção de dados utilizada nesta pesquisa foi a observação participante. Esta escolha se deu em decorrência da temática em análise e do modo que é externalizada pelos sujeitos da pesquisa.

Por serem internas, as representações mentais são de difícil acesso e só podem ser estudadas quando externadas pelos sujeitos. A análise dessas internalizações se torna relevante, pois exige que o observador as interprete da ótica do sujeito, motivo pelo qual a observação participante, que exige “um esforço deliberado para colocar-se no lugar do outro, e tentar ver e sentir, segundo a ótica, as categorias de pensamento do outro” (ANDRÉ, 2008, p. 26).

As interações decorrentes das relações estabelecidas entre alunos, professor, pesquisador, recursos didáticos e o ambiente de sala de aula requer atenção apurada do pesquisador. Corroborando essa ideia, Triviños (2010, p. 153), diz que o ato de observar implica em:

Destacar de um conjunto (objetos, pessoas, animais etc.) algo especificamente, prestando, por exemplo, atenção em suas características (cor, tamanho, etc.). Observar um “fenômeno social” significa, em primeiro lugar, que determinado evento social, simples ou complexo, tenha sido abstratamente separado de seu contexto para que, em sua dimensão singular, seja estudado em seus atos, atividades, significados, relações, etc.

Representando o segundo momento dos procedimentos metodológicos, a coleta e tratamento de dados de dados foram realizadas sobre a ótica do referencial de Johnson-Laird (1983), sobre o qual Greca e Santos (2006), propõe a utilização de instrumentos de coleta de dados variados que permitam a busca de núcleos mais estáveis dentro da estrutura cognitiva do sujeito, considerando as possibilidades de mudança dos modelos mentais.

Nesse entendimento, partimos para a aplicação dos instrumentos de coleta e construção de dados, compostos por questionários e pela aplicação de estratégias de ensino-aprendizagem a partir de um pré-roteiro, o que para Johnson-Laird (1983 *apud* Moreira, 1996, p. 35) são chamados protocolos verbais e documentos, podem ser do tipo: “desenhos, esquemas, soluções de problemas, mapas conceituais, etc, produzidos pelos sujeitos pesquisados em entrevistas ou tarefas instrucionais”.

Os instrumentos de coleta e construção de dados foram aplicados ao longo do período compreendido entre os meses de outubro de 2015 e o novembro de 2016. Ao todo, durante o desenvolvimento da pesquisa foram aplicados quatro instrumentos, compostos por três questionários e um *roteiro de estratégias de ensino*, a saber:

a) *Questionário de caracterização do grupo*: composto por questões de múltipla escolha, com o objetivo de traçar o perfil socioeconômico, cultural e educacional dos alunos participantes pesquisa;

b) *Questionário diagnóstico das representações mentais prévias*: composto por questões abertas e instrucionais sobre os conteúdos de vírus, para verificação dos modelos mentais de que os alunos já dispõem sobre os mesmos;

c) *Roteiro de estratégias de ensino-aprendizagem*: composto por propostas de atividades voltadas aos conteúdos de vírus, para verificação dos modelos mentais reelaborados e possíveis contribuições na aprendizagem dos alunos.

d) *Questionário de avaliação do roteiro de estratégias de ensino-aprendizagem*: composto por questões de múltipla escolha para conhecer a eficácia metodológica das estratégias de ensino adotadas e que compuseram o roteiro.

O questionário de caracterização do grupo foi respondido por cada aluno na biblioteca da escola, no contraturno, durante o tempo de trinta minutos. O mesmo é composto de questões de múltipla escolha voltadas ao levantamento de dados pessoais, socioeconômicos, culturais e educacionais. Sua estrutura encontra-se no apêndice A.

O diagnóstico das representações mentais prévias, expresso no quadro 5 contém a disposição do número de referência a cada questão, as questões, o tipo de resposta ou ação solicitada sobre cada uma (escrita; oral; escrita e/ou desenho; oral e/o desenho; oral e/ou escrita e/ou desenho) e o tema que às relaciona aos conteúdos de vírus (características gerais dos vírus; representação viral; vírus e saúde humana).

Quadro 5 – Diagnóstico dos modelos mentais prévios dos alunos sobre os vírus

Nº	Questão	Tipo de resposta ou ação solicitada	Tema de que trata a questão
1	No seu entendimento, os vírus são seres vivos ou não-vivos? Justifique.	Escrita	Características gerais dos vírus
2	Conceitue vírus?	Oral	
3	Represente através de esquemas ou desenhos a estrutura básica de um vírus, por exemplo, o da AIDS.	Escrita e/ou desenho	Representação viral
4	Você pode citar o nome de um vírus e uma doença provocada ao ser humano. Se preferir pode elaborar um esquema ou tabela que apresente o modo de transmissão, sintomas, tratamento e prevenção.	Oral e/ou desenho	
5	Há muitos tipos de viroses e muitas formas de transmissão dos agentes infecciosos (vírus). Algumas dela, porém, podem ser combatidas, evitando-se o acúmulo de água em vasos de plantas, latas, pneus, etc. Das viroses que você conhece, quais apresentam essa particularidade? Descreva, esquematize ou desenhe o processo de transmissão? (Fonte: LINHARES, 2011, p.39, adaptada)	Oral e/o escrita e/ou desenho	Vírus e saúde
6	Explique como se dão os ciclos lítico e lisogênico de um bacteriófago. Se preferir, pode fazê-los através de esquemas ou desenhos.	Escrita e/ou desenho	

Fonte: Elaborado pelo pesquisador, 2017.

É importante ressaltar que o diagnóstico das representações mentais foi proposto no início do terceiro bimestre do ano letivo de 2016, período que os alunos haviam estudado o conteúdo sobre vírus, pois fora no bimestre anterior. Portanto, em tese, se esperava que já possuíssem certo nível de compreensão sobre a temática, sendo capazes de integrar seus modelos mentais aos modelos científicos de vírus.

Os resultados das contribuições dos alunos foram agrupados em conformidade com a teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird (1983), que classificou os alunos em duas grandes categorias: modelizadores e os não modelizadores. Moreira e Lagreca; Tauceda e Del Pino (1998; 2010 *apud* SILVA, 2012), partindo dessa categorização, organizaram-na em subcategorias.

Dentro da categoria dos alunos modelizadores, encontram-se àqueles que conseguem relacionar bem conceitos e proposições em modelos mentais, mas não necessariamente em concordância com os conceitos científicos convencionalmente aceitos, porém, tais modelos mentais são funcionais na resolução de problemas e para prever ou explicar situações e processos mais comuns. Por externalizarem

seus pensamentos dessa forma, esses alunos são denominados Modelizadores proposicionalistas (M.P).

Dentro desse grupo, encontram-se os alunos Modelizadores Imagísticos (M.I), que são os que se utilizam imagens para explicar situações e processos que poderiam ser expostos por meio de proposições.

Ainda na categoria dos alunos modelizadores, existem os Modelizadores Híbridos (M.H), os quais conseguem fazer uso de proposições e imagem dentro de um mesmo contexto explicativo de fenômenos e processos, tornando a resposta mais consistente em termos conceituais.

A outra categoria, a dos alunos não-modelizadores, subdivide-se em Proposicionalistas (P), que são os alunos que fazem uso de proposições, mas estas são desarticuladas e até mesmo, incoerentes, demonstrando a não sistematização do modelo mental, ou seja, o aluno pensa, mas tem dificuldade em expressar coerentemente o que está em sua mente.

De outra forma e ainda dentro da mesma categoria, tem os alunos Imagísticos (I) que utilizam de imagens para tentar expressar o que pensam, mas essas imagens também são incoerentes e por isso, perdem sua função explicativa e os alunos Proposicionalistas e Imagísticos (P.I), que utilizam proposições e imagens sem relacioná-las em um mesmo contexto explicativo.

Subsequente ao diagnóstico das representações mentais prévios dos alunos foi desenvolvido o roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem voltado ao conteúdo de vírus em horário também extraclasse, no tempo de seis horas aulas, durante duas semanas em dias alternados, sendo uma hora para cada atividade, com exceção da segunda, que teve a duração de duas horas seguidas.

Os elementos do roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem são compostos pelos temas e subtemas sobre os vírus, pelas estratégias, ação, objetivos de estudo e pelos materiais didáticos utilizados.

4.4.3 Construção e testagem do produto

Encerrando com a terceira etapa da metodologia de pesquisa deste estudo, dispusemo-nos a construção do roteiro didático baseado na teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird.

Nosso intuito inicial era a proposta de descrição do passo-a-passo de uma sequência didática, no entanto, após a abordagem teórica, chegou-se ao entendimento de que tal proposta poderia ser muito diretiva o que poderia acabar limitando outras possibilidades de exploração da temática.

Além do exposto, a sequência didática não teria consistência metodológica o suficiente para instrumentalizar o professor na apuração dos modelos mentais dos alunos, e por consequência, o impediria de explorar situações didáticas que levassem os alunos a construir e externalizar modelos mentais mais elaborados e a construir conceitos mais próximos aos conceitos científicos sobre os vírus.

Partindo do entendimento acima exposto, buscou-se desenvolver o roteiro didático com o propósito de também fazer sua testagem para assim, se necessário, poder relacionar as partes estruturantes do roteiro no resgate e construção de modelos mentais mais sofisticados.

Ao propor o roteiro de estratégias de ensino-aprendizagem, esclarecemos que embora diferente de outras modalidades organizativas de conteúdos, não é alheio ao planejamento pedagógico, pois assim como este, também possui seus propósitos voltados à busca de melhores resultados no que diz respeito ao aproveitamento dos conteúdos pelo aluno.

Após a construção e testagem do roteiro didático, baseado na participação e produções dos alunos, fizemos sua análise para ajustá-lo. Seguinte a esse momento, compusemos a versão final do que denominamos “Roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem a partir dos modelos mentais”.

4.5 Os contextos e os sujeitos da pesquisa

4.5.1 O pesquisador

Mesmo sem ter formação específica para atuar como professor, no ano de 2003, quatro anos após o ensino médio, fui convidado a dar aulas para o Ensino Médio numa escola localizada no município de Marechal Thaumaturgo/Acre que na época funcionava de forma modular.

Iniciei minha carreira profissional como docente nessa instituição de ensino e lá permaneci por doze anos trabalhando com várias disciplinas, dentre elas, química,

filosofia, artes e biologia, onde esta última nos motivou para escolha na matrícula do Programa de Formação de Professores.

Licenciei-me em Ciências Biológicas, pelo Programa de Formação de Professores de iniciativa do governo federal em parceria com a Universidade Federal do Acre (UFAC), no ano de 2010 após quatro anos de esforços.

O curso de licenciatura em ciências biológicas contribuiu de modo significativo para a formação profissional por propiciar estudos mais sistemáticos das várias áreas da biologia, embora, as disciplinas fossem dadas de modo corrido, ou seja, num curto espaço de tempo, pois tínhamos uma disciplina por vez.

Vale destacar como boas aulas, as atividades de campo, bem como, as elaborações de projetos. No entanto, sobre a prática pedagógica, sentimos que poderia ter sido mais bem desenvolvida.

Trabalhei ainda como coordenador pedagógico em um dos turnos no ano de 2014, o que de certa forma levou-me a observar de forma mais reflexiva algumas inquietações dos colegas, inclusive já sentidas por mim em relação ao distanciamento sentido entre os conceitos tratados nas diversas disciplinas e a dificuldades dos alunos em internaliza-los e externaliza-los.

No ano de 2015, ingressei via concurso público no quadro de professores da rede municipal, sendo lotado numa escola com duas horas distante do centro e com acesso apenas pelo Rio Juruá. Enquanto fazia esse percurso diário, tendo me inscrito na seleção do MPECIM, aproveitava para reforçar a leitura dos referenciais teóricos necessários à classificação na primeira etapa.

Tendo obtido êxito no certame do MPECIM passamos, meu irmão e eu, a nos deslocar semanalmente de ônibus, partindo de Cruzeiro do Sul a Rio Branco para participar das aulas. Íamos às quartas-feiras e retornávamos no sábado. Foi um período desafiador à nossa persistência e determinação.

Foi nesse contexto de desafios e descoberta de novos saberes que foi chamado, sob a condução da minha orientadora, ao estudo desta pesquisa.

4.5.2 Locus da pesquisa

O locus desta pesquisa foi a escola estadual de ensino médio Elvira Ferreira Gomes, localizada no município de Marechal Thaumaturgo, no Estado do Acre. Foi fundada no ano de 2002 para acolher quatro turmas de alunos para cursar o ensino

médio em Magistério e mais quatro turmas para cursar o Ensino Médio em Formação Integral.

Estruturalmente a escola possui oito salas de aula, um laboratório de informática, um laboratório de ciências, uma biblioteca, secretaria, sala de professores, sala da equipe gestora, quatro banheiros e uma cantina. A mesma no seu quadro funcional vinte e oito professores, dois coordenadores pedagógicos, um coordenador de ensino, um coordenador administrativo, um diretor, dois auxiliares administrativos, dois vivias, seis auxiliares de serviços diversos e seiscentos e oitenta e dois alunos distribuídos entre o ensino médio regular e a Educação de Jovens e Adultos (EJA).

A escolha da escola, conforme já apresentado, deveu-se à familiaridade do pesquisador com a comunidade escolar em virtude de até pouco tempo ter trabalhado como professor. Outro fato que favoreceu a escolha foi para de alguma forma prestar homenagem de reconhecimento à instituição, pelo mesma não ter sido ainda incluí-la em nenhuma pesquisa desse caráter.

Por ser a única escola de ensino médio da zona urbana, acolhe alunos provenientes das diversas áreas rurais do município, pois depois dessa escola de ensino médio só existe mais uma, distante mais ou menos seis horas. Devidos as dificuldades de oferta, acesso, permanência e sucesso no ensino da zona rural, a escola recebe alunos com os mais variados níveis de aprendizado.

Com proposta pedagógica que considera o aluno como construtor de conhecimentos, algumas das metas previstas no plano de ação da escola apontavam para a redução da repetência e a distorção idade/série. Outro enfrentamento relatado pelo coordenador de ensino é a rotatividade de professores, o que acaba gerando prejuízo aos alunos.

4.5.3 Sujeitos participantes da pesquisa

Os alunos que participaram como sujeitos da pesquisa estavam no terceiro ano do ensino médio e eram em número de quatro, a metade homens e a outra metade, mulheres. A escolha obedeceu a dois critérios: está na série em que o conteúdo sobre vírus estivesse no plano de ensino, ter disponibilidade para participar da pesquisa.

Para fins de tratamento didáticos e preservação da identidade dos sujeitos da pesquisa, os alunos foram classificados de acordo com as seguintes siglas: aluno A, aluno B, aluno C e aluno D. No decorrer pesquisa, onde forem citados estarão identificados desta forma.

Quanto a caracterização do perfil socioeconômico do grupo, atentamos para alguns pontos que julgamos ser relevante: idade, e que tipo de escola cursou o ensino fundamental, se exerce trabalho remunerado, tempo dedicado aos estudos excetuado as horas de aula, conhecimentos sobre informática, utilização da internet para fazer pesquisa, pretensões quanto ao curso superior, grau de afinidade com a disciplina de biologia, como são desenvolvidos os conteúdos de biologia, grau de dificuldade e expectativa na aprendizagem de biologia.

Todos os contatos mantidos com esse grupo foram substanciais para obtenção dos dados para constituir nossa pesquisa. Portanto, passaremos à apresentação e discussão dos resultados, onde faremos a junção dos discursos teóricos até aqui apresentados, de modo a dá sentido aos propósitos deste estudo.

5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

A possibilidade de rever seus próprios conceitos, frente a novos contextos biológicos, torna o aluno agente de seu aprendizado e não um mero espectador de informações repassadas pelo professor [...].

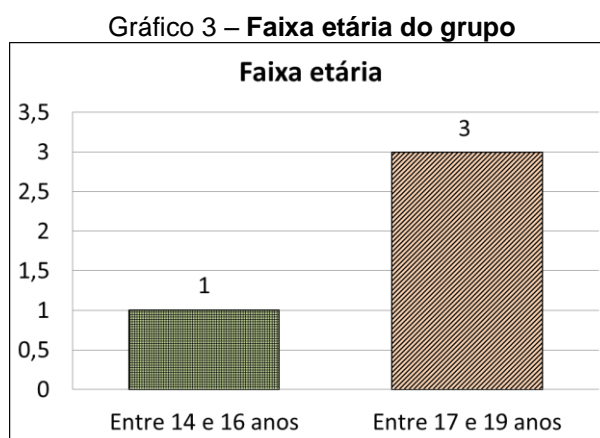
(TAUCEDA; PINO, 2010, p. 350)

Neste capítulo dedicamo-nos à apresentação e discussão dos resultados da investigação, com o propósito de responder a questão de estudo: A aplicação da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird ao ensino de biologia favorece a construção de conceitos mais próximos aos conceitos científicos por parte dos alunos no ensino médio? Nesse sentido, interpretamos e sistematizamos os dados coletados, objetivando sempre que possível, contextualizá-los junto ao referencial teórico construído, de modo que se possa explorar o máximo das contribuições dos sujeitos da pesquisa.

5.1 Discussão sobre o perfil socioeconômico dos sujeitos da pesquisa

A partir das respostas do questionário de caracterização do perfil socioeconômico do grupo que não foram apontadas durante a caracterização dos sujeitos da pesquisa, passamos a análise de alguns dos dados, enfatizando seus constituintes que julgamos relevante.

5.1.1 Perfil dos sujeitos quanto à idade

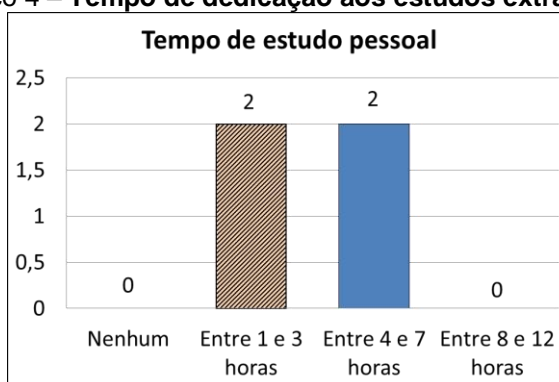


Fonte: Elaborado pelo pesquisador, 2016.

Os resultados do perfil dos sujeitos quanto à idade, demonstram que a maioria, 79% estão em distorção idade/série haja vista que o indicado para está cursando o 3º ano do ensino médio deva ser até 16 anos. Esse fator corrobora com a discussão sobre o alto índice de alunos com idade superior ao esperando e que ainda estão cursando o ensino médio. Possíveis causa podem está relacionadas à repetência ou à desistência do estudo.

5.1.2 Tempo dispensado aos estudos extraclasse

Gráfico 4 – Tempo de dedicação aos estudos extraclasse

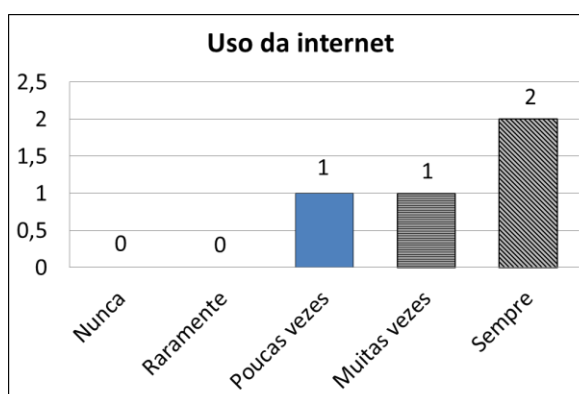


Fonte: Elaborado pelo pesquisador, 2016.

Os dados apontam para a real necessidade dos jovens de desenvolverem o hábito de estudo pessoal. Essa prática é importante porque a busca da compreensão de algum conteúdo ou a resolução de alguma questão leva-os a elaborar uma linha de raciocínio próprio, o que pode ser útil em outras situações de estudo.

5.1.3 Frequência com que usa a internet para realizar pesquisas escolares

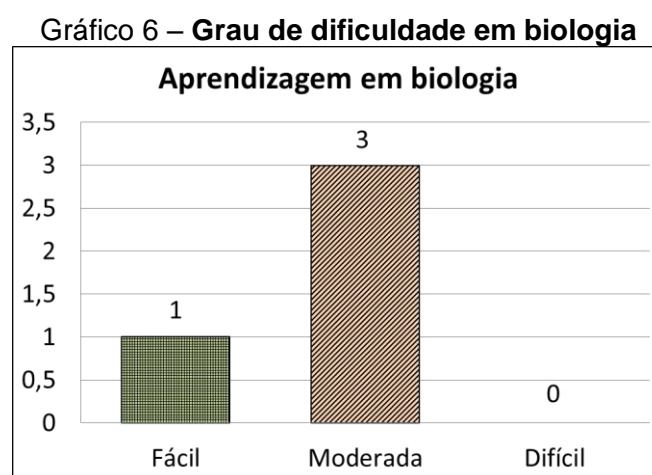
Gráfico 5 – Uso da internet para realizar pesquisas escolares



Fonte: Elaborado pelo pesquisador, 2016.

Se considerarmos que o desenvolvimento da nossa capacidade de aprendizado está relacionado também aos estímulos externos perceberemos que o acesso excessivo da internet por parte de alunos para realizar suas atividades escolares, pode gerar um desestímulo à busca de informações de outras fontes, como por exemplos livros, revistas e jornais impressos, além disso, corre-se o risco de não gerar aprendizado algum em virtude do conteúdo da pesquisa não se tornar objeto de análise e reflexão e sim, apenas o cumprimento de uma atividade.

5.1.4 Grau de dificuldade de aprendizagem nas aulas de biologia



Fonte: Elaborado pesquisador, 2016.

Muito embora a aprendizagem de biologia não tenha sido apontada como difícil, estando em um nível mediano, devem-se investigar as possíveis causas que não a torna de fácil compreensão. Os fatores podem ser de uma lado, de ordem metodológica ou de domínio de conteúdo por parte do professor ou, por outro lado, da não relação pelos alunos de conhecimentos prévios necessários ao seu entendimento.

De qualquer modo, se aponta aqui para o uso da metodologia dos modelos mentais como possível recurso para ajudar a suprir algumas deficiências de compreensão dos conteúdos.

Tendo sido concluída a análise de alguns dados relativos ao perfil dos alunos sujeitos desta pesquisa, expomos a sistematização e discussão das respostas do exercício de diagnóstico dos modelos mentais.

5.2 Discussão sobre os modelos mentais prévios dos alunos

Moreira (2002) ressalta que um dos propósitos do ensino de ciências é conduzir a aprendizagem do aluno por meio de modelos conceituais de sistemas e fenômenos naturais, para que o mesmo construa modelos mentais adequados mais aproximados aos modelos conceituais.

Ao manter contato com informações novas e ao confrontá-las com o conhecimento que já possui, o resultado é a significação ou a ressignificação do seu modelo mental. Desse modo Moreira e Lagreca (1998) apregoam que ao interagir com o meio, o sujeito modifica seu modelo mental para alcançar e manter sua funcionalidade, portanto os modelos mentais evoluem naturalmente.

Decorrente dessa relação, entendemos que a função de um modelo mental é manifestar ou explicar o que o indivíduo está pensando ao tentar compreender alguma situação real ou imaginária particular, de modo que ocorram tantas simulações quanto o indivíduo for capaz de fazê-las ao confrontar o que está pensando com o evento em si.

Moreira e Lagreca (1998) ratificam a ideia ao dizer que os modelos mentais são estruturas dinâmicas, incompletas, recursivamente modificáveis ou atualizadas, conforme a pessoa percebe alguma falta de correspondência ou precisa acrescentar novos dados ao seu modelo. Greca (1998, p. 394) afirma ainda que os modelos mentais “são representações descartáveis cujo principal compromisso é a funcionalidade”.

As metodologias utilizadas para investigar modelos mentais tem como pressuposto, o princípio de que as representações mentais das pessoas podem ser modeladas a partir da escrita, de seus comportamentos, verbalizações e do desenho, (MOREIRA, 1996; KRAPAS et al., 1997). Os modelos mentais encontrados nos pesquisados, não são bem definidos e nem elegantes, mesmo assim, na psicologia cognitiva se defende que as metodologias para estudar as representações internas só podem ser modeladas a partir de comportamentos e verbalizações do indivíduo, portanto, tem sido a técnica mais utilizada em pesquisas deste tipo.

Os modelos mentais prévios dos alunos foram produzidos através da aplicação de um questionário composto por questões a serem respondidas

oralmente, por escrito ou expresso em esquemas ou desenhos, detalhados na subseção 4.4.2 Coleta e tratamentos de dados.

Como o presente estudo refere-se à aplicação da teoria dos modelos mentais no ensino de vírus, as questões propostas no questionário abrangem temas de virologia no ensino de biologia do ensino médio, como apresentados na tabela abaixo:

Tabela 6 – Relação dos temas sobre vírus utilizados na elaboração das questões

Tema	Questões relacionadas
1. Características gerais dos vírus	
Conceito	1 e 2
Classificação	1, 3, e 5
2. Representação viral	
Representação da estrutura viral	3, 4, 5 e 6
Representação do ciclo lítico e ciclo lisogênico	6
3. Vírus e saúde	
Doenças humanas causadas por vírus	4 e 5
Viroses e saúde pública	4 e 5

Fonte: Elaborado pelo pesquisador, 2017.

As respostas estão agrupadas por questão e serão analisadas com base na categorização sobre como os alunos trabalham com modelos mentais, proposta por Johnson-Laird (1983) e suas subcategorizações propostas por Moreira e Lagreca (1998); Tauceda e Del Pino (2010), ambas já detalhadas na subseção 4.4.2 e que após, serão utilizadas para agrupar os alunos núcleos conceituais, também tratados anteriormente na mesma subseção.

5.2.1 Análise do Questionário de diagnóstico

O que se segue tem o propósito de categorizar os modelos mentais dos conhecimentos prévios dos alunos obtidos através das respostas resultantes da aplicação do Questionário de diagnóstico composto por perguntas abertas para serem respondidas de forma oral ou por escrito.

5.2.1.1 Questionário de diagnóstico do aluno A

Quadro 6 – Modelos mentais prévios sobre os vírus – Aluno A

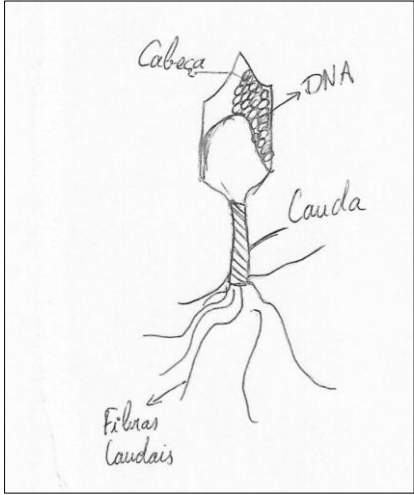
Tema: Características gerais dos vírus
Subtema: Classificação
<p>Questão 2: No seu entendimento, os vírus são seres vivos ou não-vivos? Justifique.</p> <p>Resposta: "Primeiro, ele não está incluído em nenhum reino animal, e são seres inertes. Eu concordo plenamente com a ciência de vírus não está inserido em nenhum reino e não se mexe. Pra mim não é ser vivo".</p>
Subtema: Conceito
<p>Questão 1: Conceitue vírus.</p> <p>Resposta: "É intruso que está dentro do nosso corpo sem vida, mas programado para se reproduzir muito rápido e acabar com o sistema imunológico de nós, seres humanos".</p>
Tema: Representação viral
Subtema: Representação da estrutura viral
<p>Questão 3: Represente através de esquemas ou desenhos a estrutura básica de um vírus, por exemplo, o da AIDS.</p> <p>Resposta:</p> <p style="text-align: center;">Figura 1 – Desenho do vírus bacteriófago – Aluno A</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Fonte: Aluno A, 2016.</p>
Subtema: Representação dos ciclos reprodutivos
<p>Questão 6: Explique como se dá o ciclo lítico ou o ciclo lisogênico de um bacteriófago. Se preferir, pode fazê-lo através de esquemas ou desenhos.</p> <p>Resposta: "Tem a ver com uma bactéria que é invadida por um vírus que tem umas perninhas. Acho que é assim, não lembro bem".</p>
Tema: Vírus e saúde
Subtema: Doenças humanas causadas por vírus
<p>Questão 4: Você pode citar o nome de um vírus e uma doença provocada ao ser humano. Se preferir pode elaborar um esquema ou tabela que apresente o modo de transmissão, sintomas, tratamento e prevenção.</p> <p>Resposta: "Simplex vírus, causador do herpes tanto labial e genital e HIV, causador da AIDS".</p>

Figura 2 – Esquema sobre o vírus da herpes simples – Aluno A

Herpes	Transmissão	Sintomas	Tratamento	Prevenção
	- Contato pela saliva/sangue	- Feridas com pus na boca	- antibiótico	- Não ter contato com a pessoa infectada

Fonte: Aluno A, 2016.

Subtema: Viroses e saúde pública

Questão 5:

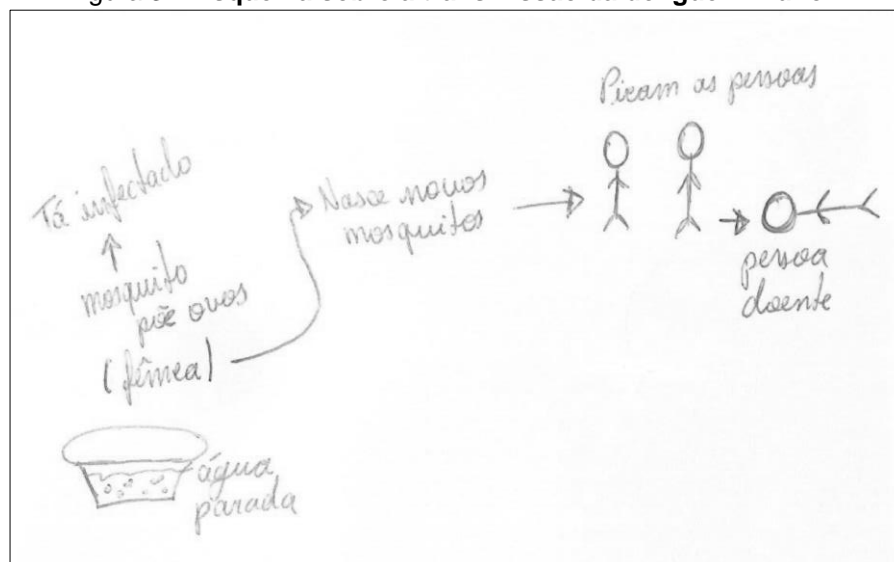
Há muitos tipos de viroses e muitas formas de transmissão dos agentes infecciosos (vírus). Algumas dela, porém, podem ser combatidas, evitando-se o acúmulo de água em vasos de plantas, latas, pneus, etc. Das viroses que você conhece, quais apresentam essa particularidade? Descreva, esquematize ou desenhe o processo de transmissão?

Resposta:

“Acho que tá falando da dengue, porque o professor falou na aula da prevenção e dos cuidados com os locais de reprodução do mosquito.”

“Assisti também uma campanha que saiu na televisão pedindo pra manter vasos, pneus e outras coisas sem água, porque prejudica todo mundo que mora perto”.

Figura 3 – Esquema sobre a transmissão da dengue – Aluno A



Fonte: Aluno A, 2016.

Fonte: Elaborado pesquisador, 2017.

No tema “Características gerais dos vírus”, notamos que o aluno A, na resposta da primeira questão, justifica os vírus como não-vivo porque “não está incluído em nenhum reino animal” ou ainda porque “são seres inertes”, “não se

mexe”, e com base nessas premissas, responde a questão 1 dizendo que os vírus são “intrusos”, “sem vida”, “reproduz muito rápido”.

Percebe-se que o aluno toma como base para as respostas das duas questões o fator “não-vivo”, e a partir disso, atribui-lhes algumas características como justificativas, sendo algumas delas por si só, não são suficientes para caracteriza-lo no grupos dos seres não-vivos. Além disso, quando se usa a justificativa na resposta 1 “não está incluído em nenhum reino animal”, há um reducionismo falacioso que descarta pensar em outras possibilidades.

No subtema classificação, consegue nomear vírus nas respostas 1 “é intruso”, na 2 “não-vivo”, na resposta 4 “Simplex vírus” e na resposta 5 “Acho que tá falando da dengue”.

Sobre o tema “Representação viral”, na resposta 3, o aluno consegue representar bem através de desenho o vírus bacteriófago, inclusive na sua identificação estrutural. Na resposta 4 utiliza uma tabela para demonstrar o modo de transmissão, sintomas, tratamento e prevenção. Na resposta 5 faz um esquema com palavras e desenho para demonstrar o modo de transmissão do vírus

Faz referência ainda ao que se pede na questão 4 “Tem a ver com uma bactéria que é invadida por um vírus...”, embora não apresente efetivamente nenhuma das etapas dos ciclos de reprodução viral,. Essa impressão é confirmada quando diz “Acho que é assim, não lembro bem”, na resposta 6.

No que se refere ao tema “Vírus e saúde”, o aluno é assertivo na resposta 4. Já na resposta 5, mesmo relacionando bem os comandos da questão com a resposta “acho que tá falando de dengue”, limita-se a esse exemplo, além do mais, explica o porque de ser esta virose baseado em impressões de terceiros “porque o professor falou...”, “...campanha que saiu na televisão”.

Embora não esteja incorreto o que se respondeu em 5, não houve um detalhamento demonstrando a relação do mosquito transmissor da doença com a água ou até mesmo uma explicação apresentando as razões pelas quais as pessoas não deveriam deixar acumular água nesses reservatórios.

5.2.1.2 Questionário de diagnóstico do aluno B

Quadro 7 – Modelos mentais prévios sobre os vírus – Aluno B

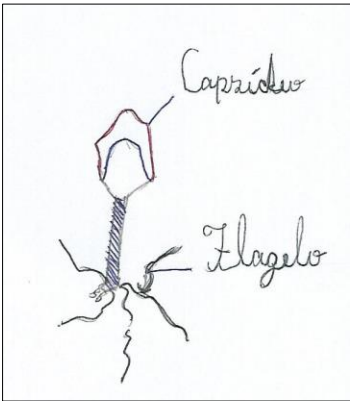
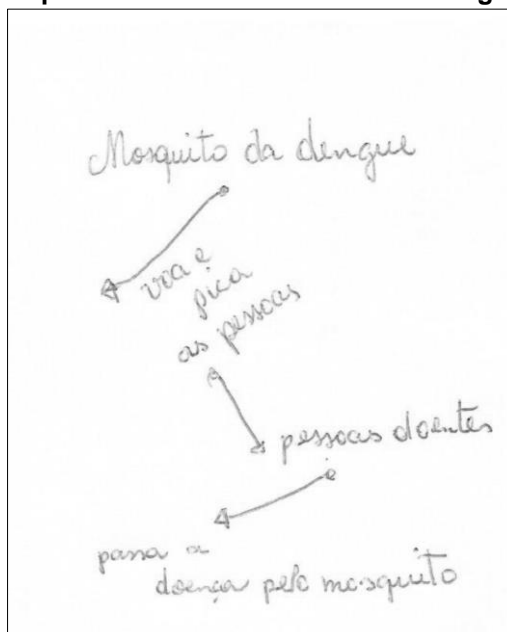
Tema: Características gerais dos vírus
Subtema: Classificação
<p>Questão 2: No seu entendimento, os vírus são seres vivos ou não-vivos? Justifique.</p> <p>Resposta: “Não-vivos, pois eles não estão incluídos nos 5 reinos dos seres vivos”.</p>
Subtema: Conceito
<p>Questão 1: Conceitue vírus.</p> <p>Resposta: “Vírus são seres não-vivos que estão presentes no seu organismo e, ele se reproduz através das células, podendo causar doenças”.</p>
Tema: Representação viral
Subtema: Representação da estrutura viral
<p>Questão 3: Represente através de esquemas ou desenhos a estrutura básica de um vírus, por exemplo, o da AIDS.</p> <p>Resposta:</p> <p style="text-align: center;">Figura 4 – Desenho do vírus bacteriófago – Aluno B</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Fonte: Aluno B, 2016.</p>
Subtema: Representação dos ciclos reprodutivos
<p>Questão 6: Explique como se dá o ciclo lítico ou o ciclo lisogênico de um bacteriófago. Se preferir, pode fazê-lo através de esquemas ou desenhos.</p> <p>Resposta: “Tem o bacteriófago que entra na célula”</p>
Tema: Vírus e saúde
Subtema: Doenças humanas causadas por vírus
<p>Questão 4: Você pode citar o nome de um vírus e uma doença provocada ao ser humano. Se preferir pode elaborar um esquema ou tabela que apresente o modo de transmissão, sintomas, tratamento e prevenção.</p> <p>Resposta: “H1N1: Gripe suína”</p>
Subtema: Viroses e saúde pública
<p>Questão 5: Há muitos tipos de viroses e muitas formas de transmissão dos agentes infecciosos (vírus). Algumas dela, porém, podem ser combatidas, evitando-se o acúmulo de água em vasos de plantas, latas, pneus, etc. Das viroses que você conhece, quais apresentam essa particularidade? Descreva, esquematize ou desenhe o processo de transmissão?</p> <p>Resposta: “Dengue e Zika-vírus.”</p>

Figura 5 – Esquema sobre a transmissão da dengue – Aluno B



Fonte: Aluno B, 2016

“A forma de transmissão e crescimento desses mosquitos ocorrem exatamente pela falta de informação e conscientização das pessoas, em muitos dos casos acabam colocando em risco a vida de muitos e também a sua”.

Fonte: Elaborado pesquisador, 2017.

No tema “Características gerais dos vírus”, o aluno B afirma na resposta 2 que os vírus são seres não-vivo porque “Não estão incluídos nos 5 reino dos seres vivos”, não apresenta outra razão e nem diz em que se constituem esses reinos.

Na resposta 1, essa mesma denominação é utilizada e justificada, embora a justificativa não seja plausível. Há na resposta do aluno um aglomerado de sentenças desconexas quanto ao sentido conceitual solicitado. Quando se afirma “... podendo causar doenças”, o aluno demonstra não ter certeza se apenas ou todos os vírus são causadores de doenças.

Sobre o tema “Representação viral”, o vírus representado por desenho na resposta 3, foi o do bacteriófago, sendo identificado apenas duas partes da sua estrutura. Na resposta 5, também foi feito um esquema complementar a descrição.

A lembrança do bacteriófago também foi feita na resposta 6, mesmo que não havendo menção alguma aos ciclos reprodutivos dos vírus. O aluno limitou-se apenas em dizer “Tem o bacteriófago que entra na célula”, não conseguindo relacioná-lo com a mesma.

No que se refere ao tema “Vírus e saúde”, quando questionado sobre o nome de um vírus e uma doença provocada ao ser humano, o aluno responde “H1N1: gripe suína”. Disto, entende-se que o aluno não se prendeu ao que pedia a questão, gerando uma resposta errada.

De outro modo, na resposta 4, cita dois exemplos de viroses “dengue e zica-vírus” e relacionam, mesmo que vagamente, a resposta ao contexto da pergunta. É interessante frisar a inclusão reflexiva sobre a responsabilidade social “... pela falta de... conscientização das pessoas”, na questão do controle de certas doenças como a dengue e zica-vírus.

5.2.1.3 Questionário de diagnóstico do aluno C

Quadro 8 – Modelos mentais prévios sobre os vírus – Aluno C

Tema: Características gerais dos vírus
Subtema: Classificação
<p>Questão 2: No seu entendimento, os vírus são seres vivos ou não-vivos?</p> <p>Resposta: <i>“São seres não-vivos, pois não respiram e nem vivem “independentemente”. Afinal, os vírus só “vivem” ao se conectar com um hospedeiro.”</i></p>
Subtema: Conceito
<p>Questão 1: Conceitue vírus.</p> <p>Resposta: <i>“Vírus são seres reprodutores, capazes de passar seu material genético (RNA ou DNA) para um hospedeiro, causando-lhe doenças”.</i></p>
Tema: Representação viral
Subtema: Representação da estrutura viral
<p>Questão 3: Represente através de esquemas ou desenhos a estrutura básica de um vírus, por exemplo, o da AIDS.</p> <p>Resposta: <i>“Bacteriófago: cabeça, cauda, RNA”.</i></p>
Subtema: Representação dos ciclos reprodutivos
<p>Questão 6: Explique como se dá o ciclo lítico ou o ciclo lisogênico de um bacteriófago. Se preferir, pode fazê-lo através de esquemas ou desenhos.</p> <p>Resposta: <i>“Fica muitos dentro da célula hospedeira e depois explode, invadindo, espalhando a doença”.</i></p>
Tema: Vírus e saúde
Subtema: Doenças humanas causadas por vírus
<p>Questão 4: Você pode citar o nome de um vírus e uma doença provocada ao ser humano. Se preferir pode elaborar um esquema ou tabela que apresente o modo de transmissão, sintomas, tratamento e prevenção.</p> <p>Resposta: <i>“H1N1: causa a gripe suína”.</i> <i>“HPV: Câncer de útero”</i></p>
Subtema: Viroses e saúde pública
<p>Questão 5: Há muitos tipos de viroses e muitas formas de transmissão dos agentes infecciosos (vírus). Algumas dela, porém, podem ser combatidas, evitando-se o acúmulo de água em vasos de plantas, latas, pneus, etc. Das viroses que você conhece, quais apresentam essa particularidade? Descreva, esquematize ou desenhe o processo de transmissão?</p> <p>Resposta: <i>“Febre amarela, Zika-vírus, dengue. Porque todos (mosquito) necessitam de água parada para botar seus ovos e se reproduzir”</i> <i>“Sempre a gente vê larvas de mosquito nesses locais. Só não sei dizer quais são os mosquitos que transmitem essas doenças”.</i></p>

Fonte: Elaborado pelo pesquisador, 2017.

No tema “Características gerais dos vírus”, pela resposta 2, o aluno C, não demonstra clareza quanto à definição solicitada pois ao mesmo tempo afirma que os vírus são “não-vivos” e em seguida utilizada a expressão “só ‘vivem’”, que mesmo

tendo sido colocado por ele entre aspas, de nota confusão conceitual. Ainda sobre a resposta 2, restringe a escolha de ser não-vivo em virtude de “não respiram” e “nem vive independentemente”, o que não é o suficiente para ser considerado como tal.

Na resposta 1, associa os vírus à reprodução e à doenças, mas deixa a conceituação vaga, sendo mais atribuição de características aos vírus. O aluno acerta quanto ao material genético “RNA ou DNA”.

Sobre o tema “Representação viral”, o aluno não apresenta nenhum esquema ou desenho. Cita apenas o exemplo “bacteriófago” e algumas estruturas “cabeça, cauda e RNA”, sendo assim, erra ao dizer que o material genético do vírus é RNA, o que na verdade é composto de DNA.

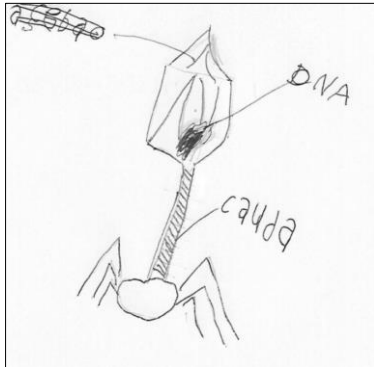
Na resposta 6, descreve parte do visual de uma das etapas de replicação “Fica muitos dentro da célula hospedeira e depois explode”, no entanto, não diz qual é, nem a qual ciclo se refere. Outro detalhe que chama a atenção é a utilização dos termos “invadindo” e “espalhando”, que não deixa claro como e onde isso ocorre.

No que se refere ao tema “Vírus e saúde”, os alunos apresentam duas respostas para a questão 4: “H1N1: causa a gripe suína” e HPV: Câncer de útero”. Pelo próprio nome da doença da primeira parte da resposta “gripe suína” já era de se deduzir não se tratar de doença humana, mesmo assim o aluno foi enfático ao afirmar. Ao citar o HPV: câncer de útero, foi assertiva a resposta, no entanto, poderia ter identificado melhor a doença, causador potencial de “câncer de colo do útero”.

A resposta 5 foi bastante consistente. O aluno apresentou exemplos “febre amarela, zica-vírus, dengue” e explicou corretamente a relação entre as viroses, seus transmissores e os locais de reprodução destes. Além disso, relacionou a questão à sua realidade ao dizer que “sempre a gente vê larvas de mosquitos nesses locais”. Ao afirmar “só não sei dizer quais são os mosquitos que transmitem essa doença”, evidencia a necessidade de maior aprofundamento quanto aos modos de reprodução.

5.2.1.4 Questionário de diagnóstico do aluno D

Quadro 9 – Modelos mentais prévios sobre os vírus – Aluno D

Tema: Características gerais dos vírus
Subtema: Classificação
<p>Questão 2: No seu entendimento, os vírus são seres vivos ou não-vivos?</p> <p>Resposta: “Acredito que sejam seres vivos, porque eles conseguem se reproduzir”.</p>
Subtema: Conceito
<p>Questão 1: Conceitue vírus.</p> <p>Resposta: “Vírus pode ser conceituado como veneno, pois são seres bastantes perigosos e prejudiciais a qualquer ser humano”.</p>
Tema: Representação viral
Subtema: Representação da estrutura viral
<p>Questão 3: Represente através de esquemas ou desenhos a estrutura básica de um vírus, por exemplo, o da AIDS.</p> <p>Resposta:</p> <div style="text-align: center;"> <p>Figura 6 – Desenho do vírus bacteriófago – Aluno D</p>  </div> <p style="text-align: center;">Fonte: aluno D, 2016.</p>
Subtema: Representação dos ciclos reprodutivos
<p>Questão 6: Explique como se dá o ciclo lítico ou o ciclo lisogênico de um bacteriófago. Se preferir, pode fazê-lo através de esquemas ou desenhos.</p> <p>Resposta: “Não lembro”.</p>
Tema: Vírus e saúde
Subtema: Doenças humanas causadas por vírus
<p>Questão 4: Você pode citar o nome de um vírus e uma doença provocada ao ser humano. Se preferir pode elaborar um esquema ou tabela que apresente o modo de transmissão, sintomas, tratamento e prevenção.</p> <p>Resposta: “Retrovírus.” “Só não sei a doença”.</p>
Subtema: Viroses e saúde pública

Questão 5:

Há muitos tipos de viroses e muitas formas de transmissão dos agentes infecciosos (vírus). Algumas dela, porém, podem ser combatidas, evitando-se o acúmulo de água em vasos de plantas, latas, pneus, etc. Das viroses que você conhece, quais apresentam essa particularidade? Descreva, esquematize ou desenhe o processo de transmissão?

Resposta:

“Dengue”.

“Porque põe os ovos e aí a água esquentada e eles (mosquitos) nascem e voam”.

“Um amigo meu lá de Cruzeiro do Sul já pegou dengue. Ele disse que quase morre, ficou todo vermelho”.

Fonte: Elaborado pesquisador, 2017.

No tema “Características gerais dos vírus”, o aluno D ao responder a questão 2 caracteriza os vírus como seres vivos, para isso, justifica que “eles conseguem se reproduzir”. Esse aluno associa os seres vivos à questão reprodutiva e por isso generaliza a todo ser que possa se reproduzir.

Sobre a resposta 1, conceitua vírus como “veneno”, relacionando-o ao fato de serem “bastante perigosos”, “prejudiciais a qualquer ser humano”. Nisso, desconsidera os malefícios dos vírus a outros seres vivos, inclusive às plantas.

Sobre o tema “Representação viral”, representa um vírus “bacteriófago”, embora não o identifique e cite apenas duas de sua estrutura. Já na questão 6, escreve “não sei”, o que demonstra não ter internalizado ainda nenhuma compreensão sobre os ciclos reprodutivos, portanto não é capaz de expressá-lo.

No que se refere ao tema “Vírus e saúde”, exemplifica na resposta 4 o tipo de vírus “retrovírus”, contudo, diz não saber da doença que o mesmo causa.

Na resposta 5, também é exemplificado o que se pede no roteiro da questão, “dengue” mas a justificativa “porque põe ovos e aí a água esquentada e eles nascem e voam”, foge do direcionamento da pergunta, ainda mais quando a resposta segue para citação de um caso “Um amigo meu lá de Cruzeiro do Sul já pegou dengue. Ele disse que quase morre, ficou todo vermelho”, demonstrando que o alunos tem informação mas não conseguem relacioná-las num discurso coerente.

5.2.2 Categorização dos alunos no diagnóstico prévio

De acordo com a forma que expressaram ou não seus modelos mentais articulados corretamente com as representações tais como, esquemas e desenhos nas respostas, os alunos foram agrupados nas categorias: Modelizadores (M) e não modelizadores (NM).

Foram considerados modelizadores os alunos que conseguiram representar coerentemente seus modelos mentais mediante conceitos orais e/ou escritos relacionando-os a desenhos ou esquemas. Os alunos não modelizadores foram aqueles que conseguiram apresentar alguma representação, oral, escrita, esquemas, desenhos etc., mas de forma incoerente em sem muita relação entre si e com os conceitos científicos.

No quadro 10 encontramos a classificação feita sobre os alunos a partir da análise dessa categorização.

Quadro 10 – **Classificação dos alunos que trabalharam ou não com modelizadores**

Categorias de análise	
Modelizadores	Não Modelizadores
Aluno(s)	Aluno(s)
A, B, D	C

Fonte: Elaborado pesquisador, 2017.

Seguindo a mesma metodologia de organização dos dados de Silva (2012), separamos e classificamos em subcategorias as questões que obrigatoriamente pediam uma resposta escrita, com ou sem esquemas ou desenhos. As que apresentavam essa condição foram as questões 1, 3, 5 e 6. Destas, apenas a 1 não pedia o uso de desenhos ou esquemas, sendo que as demais assim exigiam, por isso, o aluno modelizador foi incluído na categoria dos Modelizadores Proposicionistas (MP). Havia ainda a opção do Modelizadores Imagísticos (MI) e Modelizadores Híbridos (MH), as quais não se aplicaram a classificação do aluno “A”.

Os alunos B e D foram classificados como modelizadores proposicionalistas porque ao resolver as questões, mesmo diante da escolha de expressar as respostas de forma escrita, por meio de esquemas e desenhos, utilizaram os dois últimos apenas para demonstrar o que já continha o texto. Portanto, podemos dizer que esse aluno representa (modeliza) suas ideias geralmente através de sentenças orais ou escritas.

O aluno A foi classificado como modelizador híbrido, porque articulou coerentemente o texto com imagens e esquema, demonstrando entendimento na transmissão dos conceitos tratados nas questões.

A classificação dos alunos modelizadores está explicitada sinteticamente no quadro 11.

Quadro 11 – Classificação dos alunos que trabalharam com modelizadores

Alunos modelizadores	Questões				Classificação por subcategoria
	1	3	5	6	
Aluno A	Texto	Desenho	Texto + esquema + desenho	Texto	MH
Aluno B	Texto	Desenho	Texto + desenho	Texto	MP
Aluno D	Texto	Desenho	Texto	Texto	MP

Fonte: Elaborado pesquisador, 2017.

No tocante ao aluno C classificado como não modelizador, dentro das subcategorias dos não modelizadores o mesmo se enquadra e posicionista (P), pois as respostas, na maioria, são curtas, desconexas, genéricas e até mesmo, erradas.

Além dessa subcategoria dos não modelizadores, se houvessem casos, poderiam ser classificados como Imagístico (I) e Proposicionistas e Imagísticos (PI).

5.3 Apresentação descritiva da aplicação do roteiro de estratégias de ensino-aprendizagem orientado pela teoria dos modelos mentais

5.3.1 Atividade do 1º dia: 19 de julho de 2016 - Tarde

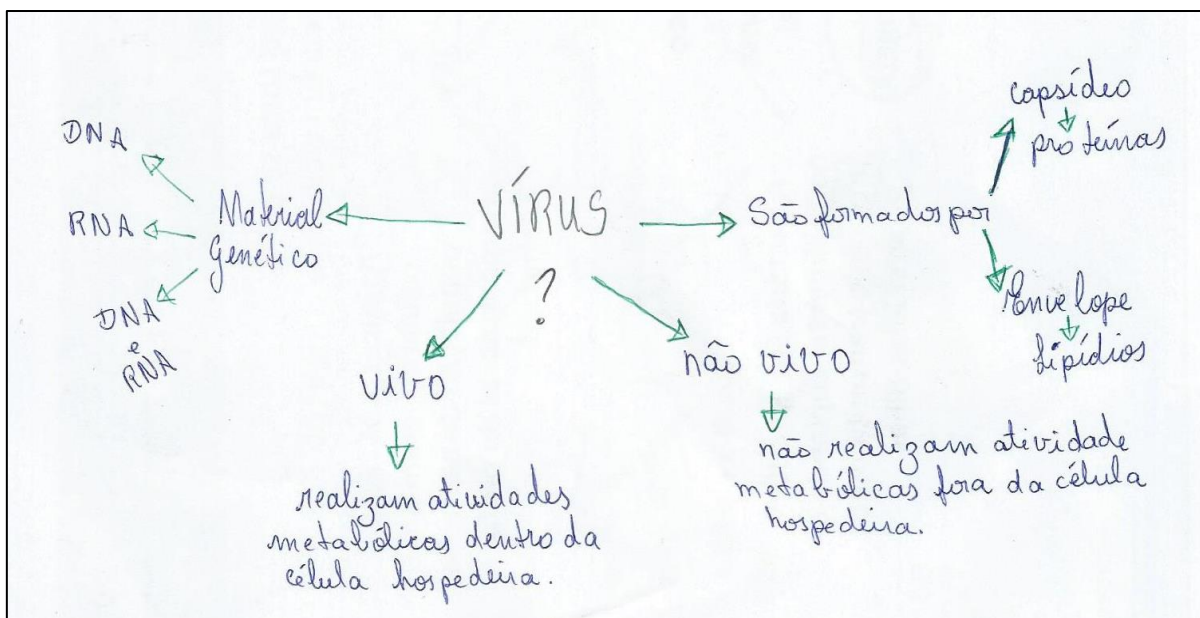
No primeiro dia foi desenvolvida com os alunos uma atividade “Elaboração de mapas conceituais” como o objetivo de relembrar e compreender os motivos pelos quais os vírus não são incluídos em nenhum dos reinos de seres vivos (são acelulares), além de relembrar sua classificação quanto aos tipos e seus componentes.

Inicialmente foi simulada para os alunos a construção de um mapa conceitual, evidenciado sua importância, suas características e critérios de elaboração. A partir disso, cada um dos quatro participantes do estudo receberam os materiais necessários e mais algumas instruções de como proceder com confecção dos seus mapas conceituais.

A atividade foi desenvolvida individualmente, tendo como suporte cópias de textos extraídos dos livros didáticos analisados (Anexos A e B) e que são utilizados pelos mesmos na escola. A duração foi de duas horas aulas de 50 minutos cada uma entre as instruções e a elaboração propriamente dita.

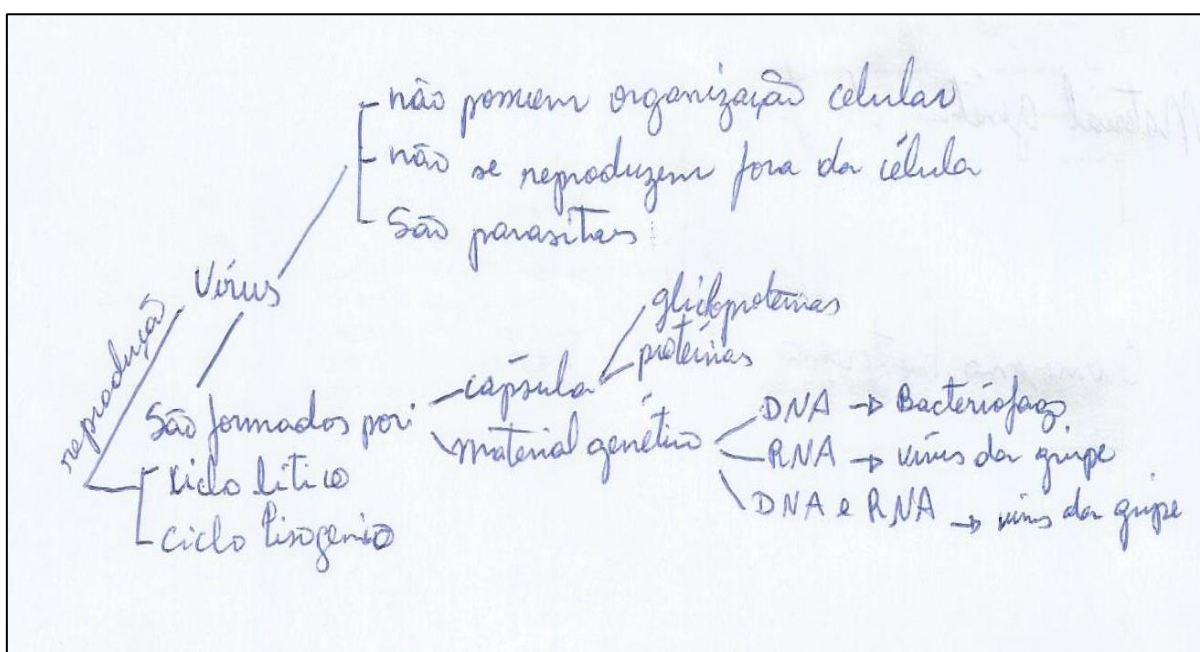
Ao final da elaboração cada aluno fez a exposição visual (Figuras 7, 8, 9 e 10) e oral do seu modelo procurando relacionar as representações com o tema e subtemas abordados e ressaltando algumas dificuldades encontradas bem como as contribuições no entendimento do conteúdo a partir da proposta metodológica desenvolvida.

Figura 7 – Mapa conceitual sobre os vírus – Aluno A



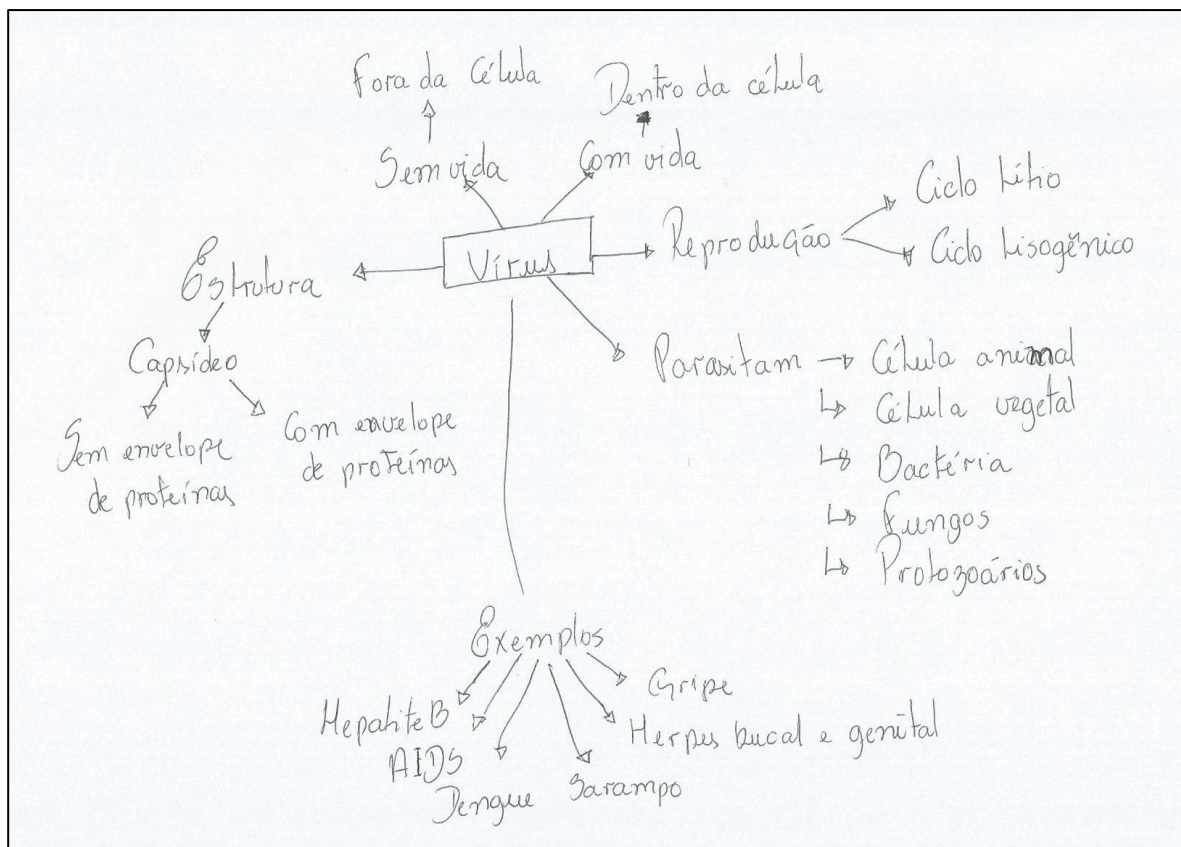
Fonte: Aluno A, 2016.

Figura 8 – Mapa conceitual sobre os vírus – Aluno B



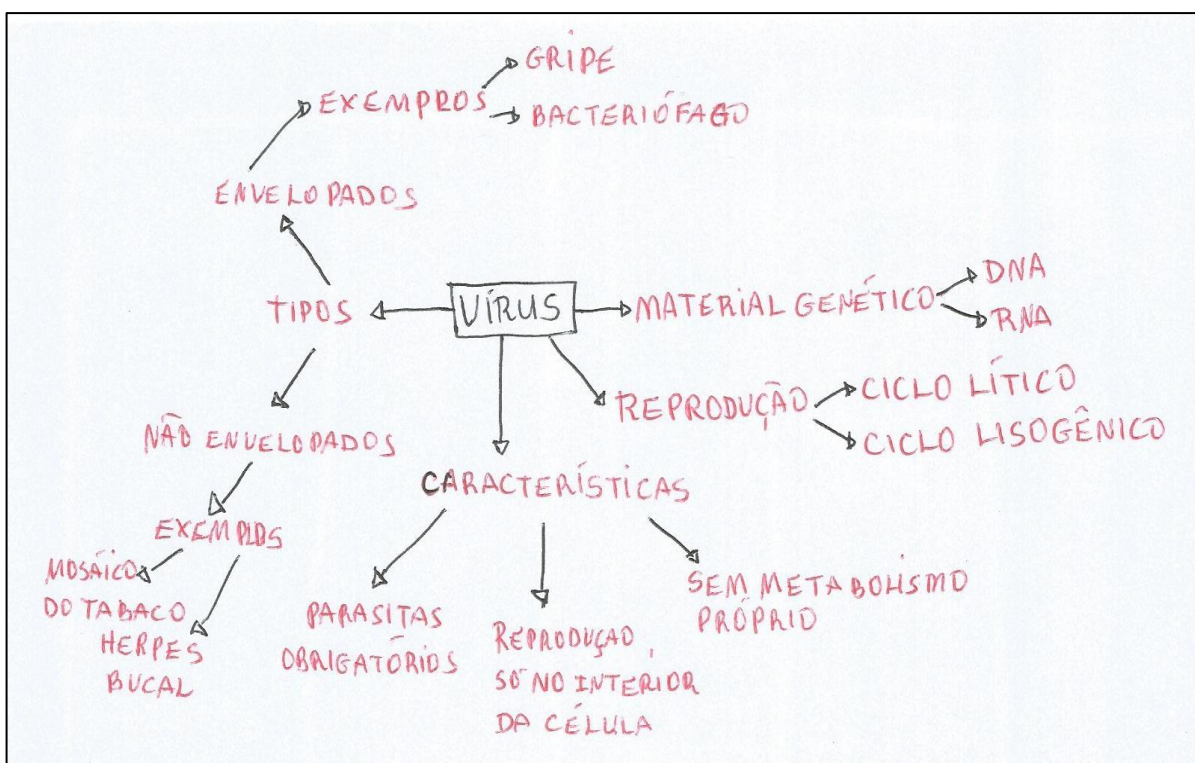
Fonte: Aluno B, 2016.

Figura 9 – Mapa conceitual sobre os vírus - Aluno C



Fonte: Aluno C, 2016.

Figura 10 – Mapa conceitual sobre os vírus - Aluno D



Fonte: Aluno D, 2016.

5.3.2 Atividade do 2º dia: 21 de julho de 2016 - Tarde

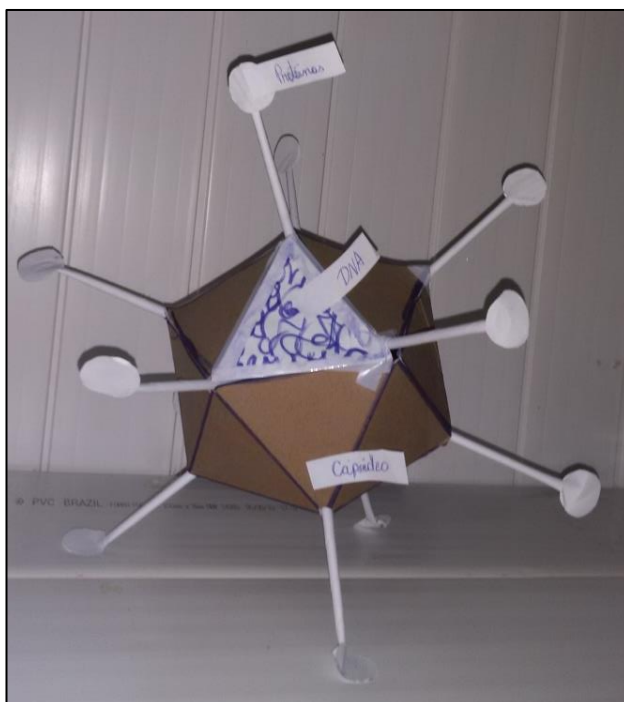
No segundo dia, com duração de duas horas aulas de 50 minutos cada, foi proposta a construção de modelos tridimensionais sobre a estrutura dos vírus. Para isso, os alunos foram agrupados em duplas, e após receberem os materiais necessários, inclusive impressões coloridas contendo exemplos de vírus de diferentes tipos e ainda algumas orientações no sentido de tomar cuidado quanto ao tamanho do modelo, as cores utilizadas para diferenciar cada parte e a identificação correta das partes, iniciaram a confecção.

Os exemplos de vírus escolhidos para fazer o modelo tridimensional foram os de um vírus bacteriófago e do vírus da herpes bucal. O motivo da escolha exposto segundo as duplas foi por ser mais fáceis de confeccionar porque parecem figuras geométricas, além de ficar melhor de fazer com os materiais disponibilizados aos mesmos.

Durante a atividade fez-se uma breve explicação dos critérios utilizados pelos cientistas quanto às representações em forma de imagem e ilustração dos vírus (tamanho, simetria) e também sobre a constituição do material genético como critério de diferenciação e classificação dos vírus.

Depois de construídos os modelos tridimensionais (figuras 11 e 12), a dupla foi convidada a fazer a exposição destacando cada estrutura, sua composição e função. Nesse momento foram apresentadas também algumas dificuldades encontradas na execução da tarefa, tais como, medir, recortar e colar as partes na posição correta, e, as contribuições para a aprendizagem dos mesmos decorrentes da atividade proposta, como o detalhamento da estrutura e a visão tridimensional decorrente do modelo confeccionado.

Figura 11 – Modelo tridimensional do vírus da herpes



Fonte: Alunos A e B, 2016.

Figura 12 – Modelo tridimensional do vírus bacteriófago



Fonte: Alunos C e D, 2016.

5.3.3 Atividade do 3º dia: 25 de julho de 2016 - Tarde

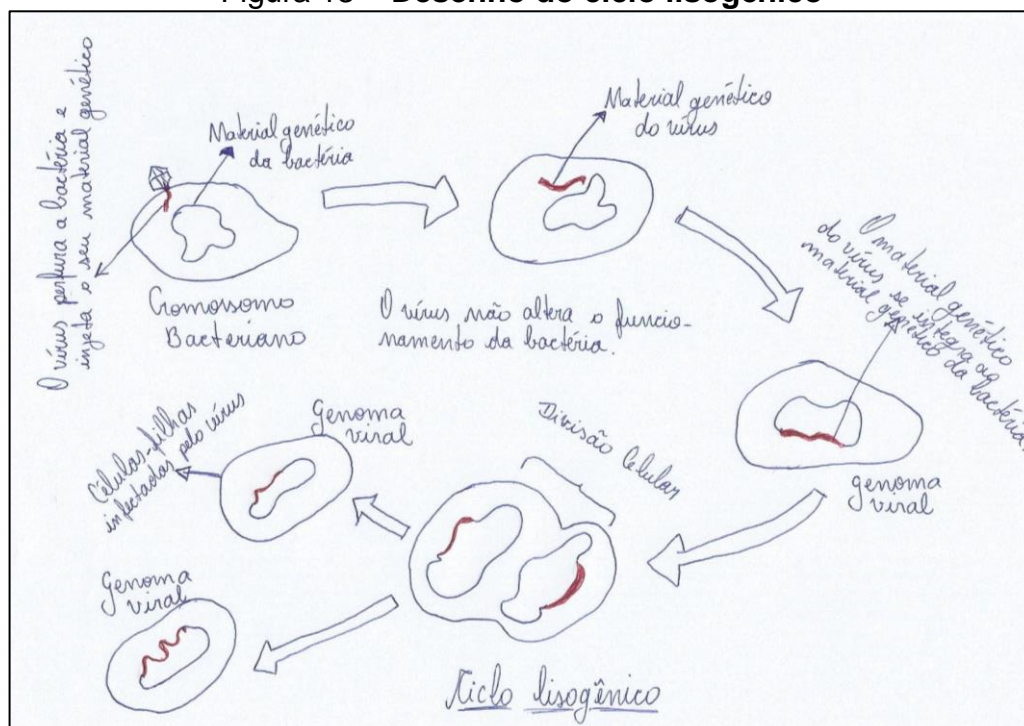
O terceiro encontro foi marcado por uma atividade com duração de duas horas aulas de 50 minutos cada. Os alunos tinham que representar através de desenhos os processos de reprodução dos vírus com o objetivo de relembrar e aprender a relacionar corretamente cada uma das suas etapas.

Para atender ao objetivo, foram entregues cópias de textos com a descrição do ciclo lítico e do ciclo lisogênico e disponibilizadas algumas folhas de papel para que os alunos executassem a atividade. O exemplo de reprodução seguido foi a de um bacteriófago, por ser mais comumente encontrado nos livros didáticos de biologia do ensino médio.

Com o texto em mãos, cada aluno procurou representar o vírus em forma de desenho. Dois deles ficaram responsáveis pela representação do ciclo lítico e os outros dois (alunos A e C), pela representação do ciclo lisogênico (alunos B e D).

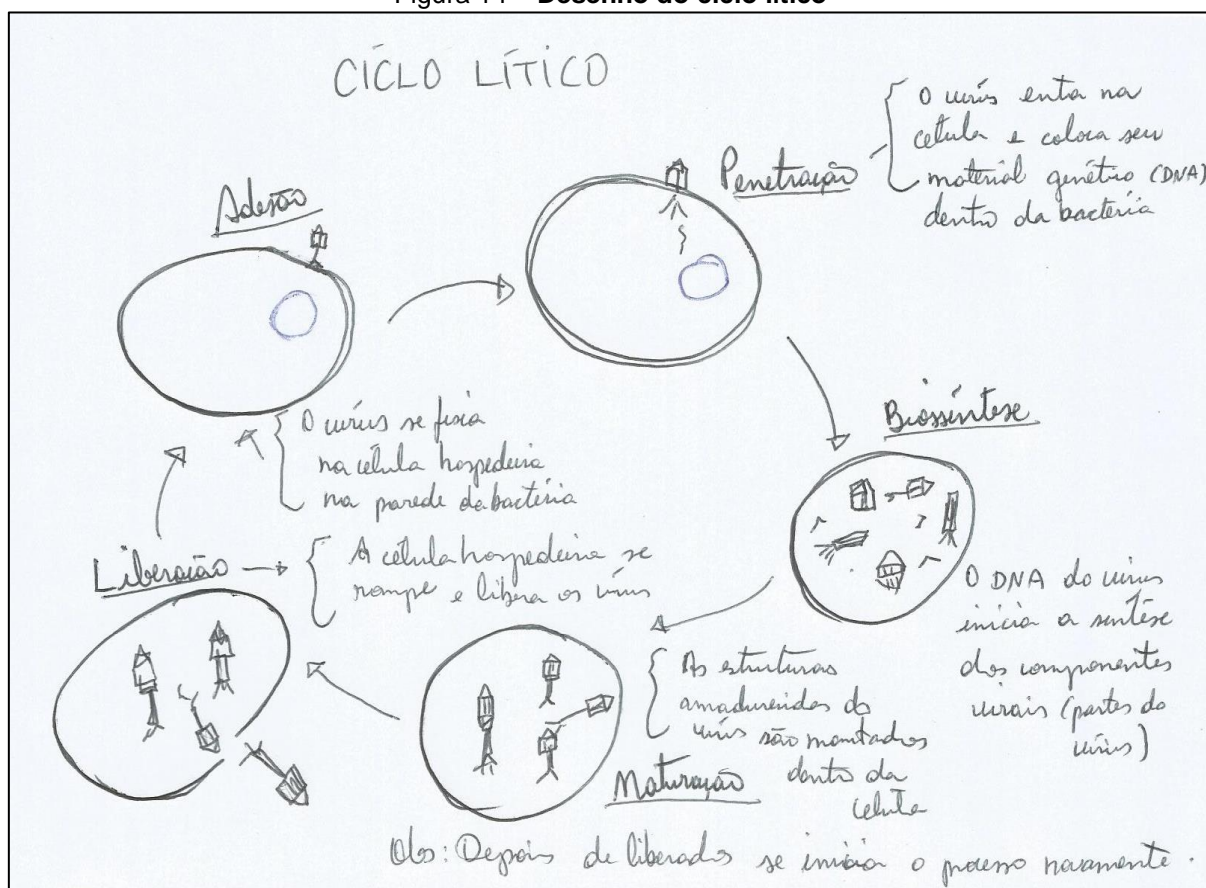
Concluída as representações, foi solicitada a exposição oral e visual (Figuras 13 e 14) atentando para a representação correta dos mesmos, bem como sua descrição. Além disso, os alunos, sob convite, expuseram as dificuldades e a agregação decorrente da execução da atividade.

Figura 13 – Desenho do ciclo lisogênico



Fonte: Alunos A e C, 2016.

Figura 14 – Desenho do ciclo lítico



Fonte: Alunos B e D

5.3.4 Atividade do 4º dia: 27 de julho de 2016 - Tarde

Na atividade do quarto dia tratou-se da elaboração de tabelas sobre algumas doenças humanas causadas por vírus, para que alunos pudessem lembrar e fazer a correta relação entre as mesmas quanto às formas de disseminação, prevenção e tratamento, com o tempo de duração de 1 hora aula de 50 minutos.

Para diversificar o conteúdo das tabelas, foi mostrada uma lista com os nomes de várias doenças humanas causadas por vírus. Os alunos tinham que escolher uma dessas doenças e executar a atividade com base nas mesmas.

Nesse sentido, foram entregues as cópias do texto do livro didático e também papel, lápis, caneta e uma régua para cada um. Os alunos foram instruídos a fazer a leitura do texto e destacar em forma de grifo as partes solicitadas pela atividade. Em seguida deveriam transpor as informações para uma tabela a ser elaborada também por eles.

Depois de construídas as tabelas (figuras 15, 16, 17 e 18), os alunos expuseram-nas visual e oralmente enfatizando as informações que mais lhe

chamaram a atenção e algumas dificuldades encontradas para executar a atividade. uma dificuldade socializada foi não encontrarem todas as informações solicitadas somente em um texto, sendo necessário recorrer algumas vezes aos textos dos outros colegas. Outro aspecto, refere-se a capacidade de síntese das informações constantes no texto, as quais exigem muita atenção.. Já sobre as facilidades, foi dito que o uso do texto como suporte para elaboração da tabela é bom porque ajuda a lembrar de algumas palavras ou expressões técnicas que não são utilizadas no dia-a-dia.

Figura 15 – Descrição de ocorrência do vírus da dengue

Virose	Transmissão	Principais Sintomas	Como Prevenir
- Dengue	- Picada de um mosquito fêmea do <i>Aedes aegypti</i> .	- Dores de cabeça, no corpo e febre alta. - Após o início da febre, pode surgir na pele manchas vermelhas, bem como, sangramento nas gengivas e nariz.	- Evitar a proliferação dos mosquitos transmissores, que se reproduzem em água parada; - Eliminar locais de focos, como recipientes, depressões no chão, caixas de água aberta que servem de reservatórios para acumular água limpa, evitando a sua reprodução.

Fonte: Aluno A, 2016.

Figura 16 - Descrição de ocorrência do vírus da AIDS

Virose	Transmissão	Sintomas	Tratamento	Prevenção
AIDS	• Pela relação sexual sem uso da camisinha • Uso compartilhado de agulha ou seringa com a minada, de sangue infectado. • Durante a gravidez ou no parto ou pela alimentação de leite materno.	Sintomas diferenciados. Ex.: dores musculares, do de cabeça, febre, etc. feridas	• Ainda não há cura. • Utilização de medicamentos que impedem a reprodução do vírus e combatem as doenças oportunistas	• Evitar o contato com as feridas • Limpar os objetos utilizados pela pessoa infectada • Uso de preservativo • Educação sexual

Fonte: Aluno B, 2016.

Figura 17 - Descrição de ocorrência do vírus da hepatite B

Virose	Transmissão	Principais Sintomas	Tratamento	Como Prevenir
Hepatite B	Contato com sangue de pessoas contaminadas. Geralmente o contágio se dá por contato sexual, compartilhamento de seringas e transfusão de sangue.	<ul style="list-style-type: none"> Inflamação do fígado; Dores de cabeça e no corpo; Pele e olhos amarelados. Náuseas; Vômitos. 	Utilização de medicamentos que inibem a ação viral.	<ul style="list-style-type: none"> Vacinação - HB; Medicamentos antivirais Hepatite; Uso de preservativo na relação sexual; Controle dos bancos de sangue; Utilizar somente seringas descartáveis e não as compartilhar.

Fonte: Aluno C, 2016.

Figura 18 - Descrição de ocorrência do vírus da febre amarela

VIROSE	TRANSMISSÃO	SINTOMAS	TRATAMENTO	PREVENÇÃO
FEBRE AMARELA	PICADA DO MOSQUITO Aedes Aegypti.	FEBRE ALTA, DOR DE CABEÇA, AVERSÃO À LUZ, DORES MUSCULARES, CANSAÇO, CALAFRIOS, ETC.	INTERAÇÃO PARA TRATAMENTO	TOMAR VACINA. EVITAR O CONTATO COM O MOSQUITO.

Fonte: Aluno D, 2016.

5.3.5 Atividade do 5º dia: 29 de julho de 2016 - Tarde

No encontro do quinto dia, os alunos tinham que participar de um jogo de perguntas e respostas, intitulado “Quiz da cidadania e saúde”, composto por sete questões, com duração de uma hora aula de 50 minutos. O jogo teve como finalidade relembrar e refletir sobre alguns problemas de saúde pública decorrentes de viroses.

O jogo foi composto pelos seguintes procedimentos: cada questão foi mostrada de forma impressa e lida pelo professor; após a leitura do professor e escuta atenta da questão pelos alunos, os mesmos deveriam optar por uma das alternativas que julgasse correta e anotá-la confidencialmente no papel

disponibilizado aos mesmos. O mesmo procedimento foi seguido até a última questão.

Ao final dessa etapa, foi retomada cada questão para que os alunos comparassem as alternativas escolhidas e justificassem oralmente as razões da sua escolha. Estando justificadas, cada resposta correta era revelada e explanada pelo professor para que os alunos fizessem sua confirmação ou correção e estabelecessem um placar de erros e acertos entre si.

No quadro 12 estão expostas as questões propostas no “Quiz da cidadania e saúde”.

Quadro 12 - Questões da atividade: “Quiz da cidadania e saúde”

Nº	Questão	Alternativa correta
01	<p>Com relação ao modo de transmissão de algumas doenças virais correlacione as colunas abaixo:</p> <p>I. Sarampo II. Poliomielite III. Raiva IV. Febre amarela</p> <p>() Picada de inseto () Mordedura, lambedura ou arranhadura por animal infectado. () Contato direto, pelo ar, com pessoas doentes () Contaminação por via digestiva</p> <p>A sequência correta, de cima para baixo, é:</p> <p>A) I, II, III e IV B) IV, I, II e III C) IV, III, I e II D) I, IV, III e II</p>	C
02	<p>“Nesta cidade, vacinação anti-rábica. Não deixe de levar seus cães e gatos”.</p> <p>A Vigilância Sanitária promove, ao longo do ano, campanha para a vacinação anti-rábica de cães e gatos. Nessas campanhas, as pessoas não são vacinadas porque:</p> <p>a) a raiva só ocorre em humanos quando contraída através da mordida de morcegos. b) com os animais vacinados, é menor a probabilidade dos humanos contraírem a doença. c) ainda não existe uma vacina específica para os humanos. d) a raiva é uma doença exclusiva de cães e gatos. e) já foram imunizadas com a vacina tríplice tomada quando criança.</p>	A
03	<p>CAMPANHA DE VACINAÇÃO CONTRA RUBÉOLA COMEÇA HOJE. HOMENS DE 20 A 39 ANOS SÃO O PRINCIPAL FOCO. (“Folha de S. Paulo”, 09.08.2008)</p> <p>Na campanha promovida pelo Ministério da Saúde, embora homens e mulheres tenham sido chamados à vacinação, a ênfase foi para a vacinação</p>	

	<p>dos homens adultos. Sobre isso, foram feitas as seguintes afirmações:</p> <p>I. A rubéola, nos adultos, geralmente não é grave; caracteriza-se por febre baixa e pequenas manchas vermelhas no corpo, sintomas que desaparecem depois de alguns dias.</p> <p>II. Quando a rubéola se manifesta em gestantes, principalmente nos primeiros meses da gravidez, pode acarretar a morte do feto, provocar malformações ou a surdez do bebê.</p> <p>III. As mulheres são obrigatoriamente vacinadas quando dos exames pré-natal e por isso correm menor risco de contrair a rubéola, o que justifica não terem sido o principal foco da campanha de vacinação.</p> <p>IV. A vacinação dos homens não é regular e, embora a rubéola não traga risco ao organismo do homem, obriga-os a faltar ao trabalho, o que justifica serem o principal foco da campanha de vacinação.</p> <p>Pode-se dizer que estão corretas as afirmações:</p> <p>a) I e II, apenas. b) II e III, apenas. c) I, II e III, apenas. d) II, III e IV, apenas. e) I, II, III e IV.</p>	A																								
04	<p>O jornal Folha de São Paulo, em 6/4/2006, noticiou que a AIDS (em português: SIDA – síndrome da Imunodeficiência Adquirida), hoje em dia, já faz parte do grupo das doenças negligenciadas pelos países ricos. Estando 95% dos portadores dessa doença nos países pobres, o investimento em pesquisa é pequeno, ocasionando pouco avanço na descoberta de novos tratamentos.</p> <p>Em relação a essa doença, afirma-se:</p> <p>I- A doença é causada por vírus.</p> <p>II- A doença provoca diminuição na produção de hemácias.</p> <p>III- Os sintomas iniciais são característicos, contribuindo para o diagnóstico.</p> <p>IV- A doença atua sobre o sistema imunológico, diminuindo a resistência do organismo.</p> <p>De acordo com os conhecimentos atuais, assinale</p> <p>a) Se apenas as afirmativas II, III e IV estão corretas. b) Se apenas as afirmativas I e II estão corretas. c) Se apenas as afirmativas I e III estão corretas. d) Se apenas as afirmativas I e IV estão corretas.</p> <p>Fonte: UFLA, 2006.</p>	D																								
05	<p>Da tabela abaixo constam distintas doenças virais, juntamente com alguns de seus mecanismos de transmissão e de prevenção. A esse propósito, assinale a alternativa incorreta.</p> <table border="1" data-bbox="320 1576 1225 2049"> <thead> <tr> <th></th> <th>Doenças</th> <th>Transmissão</th> <th>Prevenção</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a)</td> <td>Hepatite A</td> <td>Água ou alimentos contaminados pelo vírus</td> <td>Saneamento básico, vacinação.</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>Rubéola, sarampo e toxoplasmose</td> <td>Gotículas eliminadas por tosse, espirro e fala.</td> <td>Vacinação e fuga ao contato com doentes.</td> </tr> <tr> <td>c)</td> <td>Hepatite B</td> <td>Transfusão de sangue, contato sexual, materiais contaminados</td> <td>Evitar contágio por sangue e materiais contaminados e vacinação.</td> </tr> <tr> <td>d)</td> <td>Dengue e febre amarela urbana</td> <td>Picada de mosquito Aedes aegypti.</td> <td>Combate ao mosquito e vacinação (quando existente).</td> </tr> <tr> <td>e)</td> <td>Raiva</td> <td>Mordedura por animais.</td> <td>Vacinação de</td> </tr> </tbody> </table>		Doenças	Transmissão	Prevenção	a)	Hepatite A	Água ou alimentos contaminados pelo vírus	Saneamento básico, vacinação.	b)	Rubéola, sarampo e toxoplasmose	Gotículas eliminadas por tosse, espirro e fala.	Vacinação e fuga ao contato com doentes.	c)	Hepatite B	Transfusão de sangue, contato sexual, materiais contaminados	Evitar contágio por sangue e materiais contaminados e vacinação.	d)	Dengue e febre amarela urbana	Picada de mosquito Aedes aegypti.	Combate ao mosquito e vacinação (quando existente).	e)	Raiva	Mordedura por animais.	Vacinação de	B
	Doenças	Transmissão	Prevenção																							
a)	Hepatite A	Água ou alimentos contaminados pelo vírus	Saneamento básico, vacinação.																							
b)	Rubéola, sarampo e toxoplasmose	Gotículas eliminadas por tosse, espirro e fala.	Vacinação e fuga ao contato com doentes.																							
c)	Hepatite B	Transfusão de sangue, contato sexual, materiais contaminados	Evitar contágio por sangue e materiais contaminados e vacinação.																							
d)	Dengue e febre amarela urbana	Picada de mosquito Aedes aegypti.	Combate ao mosquito e vacinação (quando existente).																							
e)	Raiva	Mordedura por animais.	Vacinação de																							

	<p>principalmente, gatos e cães infectados pelo vírus.</p> <p>animais transmissores.</p> <p>Fonte: UNIVASF, 2008.</p>	
06	<p>A dengue continua sendo um problema de saúde pública para o Estado do Rio de Janeiro. Assim, conhecendo-se o causador da dengue e seu vetor, podemos usar como medidas profiláticas a:</p> <p>a) vacinação em massa da população contra a bactéria causadora dessa doença.</p> <p>b) exterminação de ratos vetores do vírus causador dessa doença.</p> <p>c) eliminação dos insetos vetores da bactéria causadora dessa doença.</p> <p>d) eliminação dos insetos vetores do vírus causador dessa doença.</p> <p>e) distribuição de antibióticos contra a bactéria causadora dessa doença.</p> <p>Fonte: PUC-RJ, 2008.</p>	D
07	<p>A dona-de-casa deve encher os latões de ferro e a caixa-d'água rapidamente para não desperdiçar água. Depois, a água é estocada e usada para beber, para fazer comida, lavar louça, tomar banho – e expor a família ao risco de pegar dengue. É isso mesmo: na casa de todas as família dos dois conjuntos, a água parada nos baldes – sem qualquer proteção para evitar que seja contaminada – transforma-se em piscina para o <i>Aedes aegypti</i>, que já infectou dezessete pessoas da comunidade desde janeiro.</p> <p>Falta água e sobra dengue no Guará II. In: <i>Correio Brasiliense</i>, 19 maio 1999 (com adaptações).</p> <p>Acerca do assunto desenvolvido no texto, julgue os seguintes itens como Verdadeiro (V) ou Falso (F).</p> <p>(1) A dengue caracteriza-se pelo aparecimento de febres altas e fortes dores no corpo, podendo causar a morte.</p> <p>(2) O simples contato do <i>Aedes aegypti</i> com a água parada torna-a contaminada e, portanto, potencial transmissora da dengue.</p> <p>(3) Para “evitar que seja contaminada” pelo <i>Aedes aegypti</i> a água estocada nos recipientes referidos no texto, é suficiente fervê-la antes da estocagem.</p> <p>(4) O homem é hospedeiro no ciclo do <i>Aedes aegypti</i>.</p> <p>Fonte: UnB-DF, 2000.</p>	V, F, F, F

O quantitativo de acerto consta no quadro 13, a seguir.

Quadro 13 – Total de acertos do “Quis da cidadania e saúde”

Nº da questão	Aluno “A”	Aluno “B”	Aluno “C”	Aluno “D”
01	x			x
02	x	X	x	x
03	x	X	x	
04	x		x	x
05	x	X		x
06		X	x	x
07	x	X	x	x
Total	6	5	5	6

Fonte: elaborado pelo pesquisador, 2017.

Diante das intervenções didáticas propostas aos alunos a partir de situações de ensino e aprendizagem orientadas pela teoria dos modelos mentais sobre os vírus, apresentamos a seguir, a discussão das contribuições das atividades desenvolvidas e que constituíram o roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem, produto educacional deste estudo.

5.4 Discussão sobre os modelos mentais expressos no roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem

Além da identificação dos modelos mentais dos alunos, o estudo objetiva analisar a evolução conceitual em relação ao conhecimento sobre os vírus, também buscamos discutir as contribuições das atividades desenvolvidas e, o envolvimento dos alunos no desenvolvimento das mesmas.

Para a temática e subtemáticas “Características gerais dos vírus: conceito e classificação” foram escolhidos a elaboração de mapas conceituais como estratégia de ensino. Apurou-se que ao elaborar mapas conceituais os alunos retinham a atenção nas palavras-chaves que lhes ajudaram a organizar as informações e expô-las de modo coerente.

A assimilação de novos conceitos se deu em decorrência de nos alunos já existirem estruturas cognitivas sobre o assunto, ou seja, tinham alguns modelos mentais que lhes permitiram conceituar e classificar vírus, conforme observado na primeira atividade do questionário de diagnóstico, o que serviu para a maioria como suporte para a construção de conceitos mais elaborados, como se constatou no roteiro proposto.

Outro elemento que chamou a atenção no modo como se deu essa mudança conceitual refere-se ao instrumento didático. Nesse sentido, ao utilizar os mapas conceituais, os alunos valorizaram os seus próprios processos de construção e reconstrução do conhecimento, como se defende na teoria construtivista, amplamente defendida por Piaget, o qual concebe o aluno com um ser atuante na elaboração e integração de seus conhecimentos.

De outra forma, a relação professor-aluno, aluno-texto e a relação aluno-aluno, como apregoa Vygotsky na teoria sóciointeracionista, favorece a troca de

conhecimentos pelo grupo e a ação do aprendiz sobre o conhecimento visando a sua reconstrução, ou seja, ao construir seu conhecimento e seus significados os conteúdos trabalhados passam a ter mais sentido para o aluno.

A respeito do subtema “estrutura viral”, tratado na segunda atividade, onde se utilizou a proposta de construção de modelos tridimensionais, constatou-se a partir da participação na execução da atividade e das colocações sobre os benefícios da mesma, representando o grupo na fala do aluno A se disse que *“Eu achei muito interessante esse atividade porque a gente pra poder montar o vírus tem de saber todos os seus detalhes, entender a função de cada parte”*. O aluno “B” complementa falando que *“Se a gente só ouve falar de vírus mas não consegue pensar realmente como é que eles são fisicamente, fica difícil a gente até diferenciá-los.”*, *“[...] é claro que temos que entender um pouco de arte para fazer o modelo, mas com a ajuda do colega, deu pra fazer”*.

A partir das falas acima, entendemos que ao construir os modelos tridimensionais de vírus, os alunos lançam mão de modelos mentais sobre o próprio conteúdo, além de outras competências necessárias à execução da tarefa. O resultado disso tudo é que os alunos aprendem conteúdos científicos e constroem representações físicas e mentais inadequadas dos conteúdos da biologia, no caso, sobre os vírus.

O tema “Representação dos ciclos lítico e lisogênico”, abordado com a representação pictórica, embora pareça que o resultado seja meramente cópia, ao contrário, requer do aluno ampla compreensão do processo para poder representá-lo coerentemente.

Como se viu no questionário diagnóstico, ao fazer uso desse tipo de representação, o aluno o fazia, mas sem articulação entre os conceitos abordados, mesmo quando se utilizaram de palavras. Desse modo, no desenvolvimento da terceira atividade proposta após esse questionário, ao interagir com as representações textuais para elaborar um desenho foi notório o avanço, o que resultou em produções mais compostas de informações e, por conseguinte, de conhecimento.

No que tange ao tema e subtema “Vírus e saúde: doenças humanas causadas por vírus”, percebe-se que um dos entraves de compreensão conceitual, é a dissociação decorrente da falta de relação entre o que o aluno entende sobre certa patologia viral e as condições em que se dão sua ocorrência.

Em virtude disso, ao utilizar a elaboração de tabelas para tratar esta temática, o aluno é desafiado a agregar aos modelos mentais que já possui sobre a doenças outras informações que agregam e promovem a construção de conceitos mais abrangentes e próximos aos conceitos científicos.

Conforme expressou o aluno D, *“as partes da tabela tem que ter sentido, senão a gente fica sabendo só de uma parte, por exemplo, qual é a doença. Mas do que adianta se não souber se prevenir ou como é o tratamento?”*

A elaboração de tabelas requer certa organização e percepção global sobre o que se está querendo representar. Implica um desdobramento sintético de informações intimamente correlacionadas e até mesmo dependentes, para que se compreenda o está contido na mesma.

A metodologia da atividade de perguntas e respostas utilizadas para abordar o tema e subtema “Vírus e saúde: Viroses e saúde pública” também se mostrou um recurso possível de ser trabalhado, pois é importante a observação do professor ao analisar quais assuntos necessitam de uma abordagem mais aprofundada e qual jogo faz melhor ligação com determinado conteúdo, quais limitações dos alunos revelam ao procurar dá resposta as questões propostas.

Outro detalhe importante é possibilitar que os alunos questionem seus próprios modelos mentais, a fim de externalizá-los da melhor forma possível para alcançar o objetivo da questão. Além do mais, no momento de correção, ao argumentar sobre a alternativa correta finda por gerar maior entendimento sobre o assunto tratado.

Exemplo disso pode ser constatado na fala do aluno B, ao dizer que antes de escolher uma alternativa de resposta, procura examinar as que estão menos relacionadas com a questão e depois, faz uma varredura na mente tentando lembrar-se de alguma coisa que já leu, ouviu ou assistiu. O aluno D também acrescenta *“parece que esse tipo de questão é mais fácil, mas não é assim. Para responder, a gente tem que pensar bem, senão joga só no rumo”*.

Como vemos, ao trabalhar os conteúdos sobre vírus, considerar os modelos mentais dos alunos, e até mesmo do professor, podem ser preponderantes na formação de conceitos mais elaborados. Nesse sentido, saber reconhecê-los e relacioná-los em estratégias didáticas bem constituídas é um exercício que requer antes de tudo muita atenção ao que está sendo representado e como está sendo representado durante as aulas.

5.5 Testagem e validação do produto

O produto educacional resultante deste estudo foi construído com base nas reflexões advindas do referencial teórico do cognitivista Jonhson-Laird. Por isso, ao pensarmos no roteiro como produto, fizemos algumas pesquisas a fim de delinear melhor o seu formato, no entanto, não foram encontradas referências que tratem especificamente do mesmo.

Diante disso, tomando como pressuposto alguns tópicos tratados durante a execução das atividades de ensino e aprendizagem sobre os vírus, estruturamos o roteiro, nos tópicos seguintes: 1 - Breve abordagem teórica sobre os modelos mentais na perspectiva de Jonhson-Laird (1983) e algumas contribuições dos teóricos Piaget (1987) e Vygotsky (1989) sobre o desenvolvimento cognitivo e a formação de conceitos; 2 - Quadro do roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem a partir de Modelos Mentais e seu caráter propositivo na formação de conceitos por parte dos alunos, constituído por: horas aulas, tema e subtemas, tipo de atividade, estratégias de ensino e aprendizagem, objetivos de estudo e recursos materiais utilizados; 3 – Proposta de atividades relacionadas ao roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem como sugestão de desenvolvimento em sala de aula.

Uma vez constituída a estrutura do produto, procedemos a sua testagem e validação pelos alunos durante um encontro dividido em três momentos: primeiro, a retomada oral das atividades desenvolvidas, depois, o preenchimento do questionário de avaliação do roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem, em seguida, considerações orais dos alunos mediadas pelo pesquisador e encerramento da atividade pelo professor.

No primeiro momento expomos em forma de comentários, a análise das atividades propostas com foco especial nos materiais didáticos utilizados e nas estratégias de ensino. Pelas colocações dos alunos, ficou evidenciado que as estratégias utilizadas tornam a aprendizagem desafiadora porque requerem a participação ativa dos mesmos durante todo o processo. Além disso, como ressaltou o aluno A, “É bom porque a gente consegue participar de várias formas, não somente escrevendo, como se faz na maioria das disciplinas”.

No segundo momento, após ser entregue cópias do roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem, fizemos uma leitura compartilhada e sequencial dos tópicos,

os quais foram detalhados e relacionados às etapas das atividades desenvolvidas. Nesse momento, o aluno B fez uma observação sobre as estratégias, “Praticamente todas envolvem a prática por parte da gente. Isso é interessante porque a aula não fica monótona”.

Já dentro do terceiro momento, outro aluno, o C, manifestou-se dizendo que “todas as atividades requerem do aluno alguma habilidade, seja escrever, desenhar, pintar, seja o que for” e também que “tem que pensar sobre o que tá fazendo, senão faz errado”.

Depois de algumas considerações sobre o roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem, foi disponibilizada para todos os alunos uma ficha de avaliação do roteiro na qual registraram por escrito suas impressões sobre as propostas do mesmo.

Os resultados da avaliação do roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem deram conta que: as estratégias de ensino ajudam a resgatar e organizar melhor seus pensamentos, ajudando-os a compreender melhor os conteúdos e a construir conceitos mais elaborados; se os alunos não tiverem dispostos a participar da execução das atividades, fica impossibilitado o acréscimo de conhecimento construído pelos mesmos; as formas variadas de tratar os conteúdos torna o estudo mais prazeroso; e, quanto à interação do aluno com a atividade que se está desenvolvendo, com os colegas e com o professor, maior a aprendizagem.

Diante do exposto, ensejamos que de algum modo, o roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem ou mesmo partes dele, possa contribuir para dinamizar e orientar o processo de ensino e aprendizagem nas aulas de biologia do ensino médio.

Feita essas considerações pontuais, passemos à conclusão das discursões deste estudo.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como propósito a aplicação da teoria dos modelos mentais de Johnson-Lair ao ensino de biologia de modo ao favorecimento e construção de conceitos mais próximos aos conceitos científicos por parte dos alunos do ensino médio de uma escola pública. Mediante este desafio, procuramos fundamentar nossas discursões em referenciais teóricos voltados aos modelos mentais, ao desenvolvimento cognitivo e à formação de conceitos no processo de ensino e aprendizagem.

Para procedermos com a coleta e tratamento dos dados, nos inserimos na proposta da pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso, utilizamos alguns instrumentos, tais como a observação participante e aplicação de questionários, a fim de caracterizarmos com fidelidade as contribuições e as impressões dos sujeitos da pesquisa na aplicação da referida teoria.

Como se apregoa em Brasil (2006, grifo do autor) ao discorrer sobre as orientações curriculares para o ensino médio na área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, todas as ações voltadas a esse nível de ensino, devem levar em conta as informações acumuladas para que se transformem conhecimento efetivo, contribuindo assim, para compreender os fenômenos e acontecimentos que ocorrem no mundo, particularmente no meio em que o aluno está inserido.

A priori, observou-se a não existência de vastas produções sobre os modelos mentais e considerando as externalizações dos alunos na perspectiva de tratamento didático com foco na aprendizagem. Geralmente a sondagem sobre o que pensa o aluno sobre determinado conteúdo e como representa esse pensamento é feito no primeiro momento de uma sequência de atividades, não permanecendo em todas as etapas do processo de ensino e aprendizagem.

A despeito disso, Lagreca e Moreira (1999), são enfáticos ao dizer que é possível que os alunos tenham dificuldades de formar modelos mentais sobre os conceitos que lhes são apresentados, porque geralmente lhes são transmitidos de forma isolada, a partir de proposições, não propiciando sua relação em outros tipos de representações, para que formem novos modelos mentais e conceitos mais consistentes.

Acreditamos que uma das razões que concorrem para geração desse distanciamento entre os modelos mentais e os conceitos científicos e a abstração destes pelos alunos, possam está relacionado à forma como os modelos conceituais científicos são estudados através do livro didático, tão presente na realidade da maioria das escolas brasileiras. Tendo em vista a importância que assumiu o livro didático, sua adequação constante como auxiliar da promoção do processo de ensino e aprendizagem de faz necessário, daí a necessidade de se estabelecer critérios rigorosos na hora de sua escolha.

Essa análise preliminar fomentou a discussão mais apurada em busca dos objetivos deste trabalho, situando os alunos com partícipes desse entendimento. Assim, mesmo diante das dificuldades apresentadas ao externalizar o que já sabiam sobre os vírus, pôde-se interpretar as lacunas de aprendizagem e ao mesmo tempo, constituir um direcionamento que permitisse aumentar o nível de compreensão dos mesmos.

Acredita-se que ao confrontar suas internalizações com conceitos advindos de estratégias de ensino bem elaboradas, houve enriquecimento e adição de informações aos modelos mentais existentes. Por conta disso, mesmo a abordagem dos modelos mentais estando direcionada aos alunos, como sujeitos da pesquisa, apontamos para a necessidade dos professores aprofundarem-se das teorias da aprendizagem para que cada vez mais consigam organizar e promover situações desafiadoras de ensino-aprendizagem que contribuam para o desenvolvimento das competências psíquicas dos alunos.

Como afirmam ainda Lagreca e Moreira (1999), “o que ensinamos são modelos conceituais, modelos projetados para facilitar a compreensão e o ensino, mas os alunos operam mentalmente com modelos mentais para fazerem suas interferências”. Sendo assim os modelos mentais devem se usados para dá funcionalidade à agregação de conhecimento pelo aluno. Por si só, sem as estratégias corretas, os modelos mentais não fazem sentido.

Na perspectiva de Piaget (1974) e Vygotsky (1987), a pessoa transforma aquilo que aprende de acordo com sua capacidade interna, ao passo que também se transforma ao interagir socialmente, embora por circunstâncias distintas.

Contribuindo mais diretamente com as reflexões sobre os modelos mentais no ensino de biologia, elaboramos o Produto Educacional “Roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem a partir de modelos mentais”, para servir de estímulo à quem

queira se apropriar dessa teoria e transpô-la em sua prática docente. No entanto, salientamos que como produto da pesquisa desenvolvida, contem suas limitações, mas que de algum modo pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem no ensino de biologia, abrindo e difundindo as possibilidades de estudos sobre os modelos mentais em situações concretas de sala de aula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Fundamentos de Biologia Moderna*. São Paulo: Moderna, 2002.

ANDRÉ, M. E. D. A. *Estudo de caso de pesquisa e avaliação educacional*. 3. ed. Brasília: Liber, 2008.

ARRUDA, D. M. *Modelos Mentais*. Instituto Nacional de Tecnologia, Ministério da Ciência e Tecnologia. Fev. 2003. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/t_2002/t_2002_turma_modelagem_cognitiva_e_educacao/RelModelosMentais.pdf>. Acesso em: 25 out. 2015.

ASTOLFI, J. P. e DEVELAY, M. *A didática das ciências*. São Paulo: Papyrus, 2001.

BASTOS, K. M. Aplicação de modelos didáticos para abordagem da célula animal e vegetal, um estudo de caso. *Enciclopédia Biosfera, centro científico conhecer*, Goiânia, vol.7, n. 13, 2011. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/multidisciplinar/aplicacao%20de%20modelos.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

BATISTA, M. V. A. et al. Análise do tema virologia em Livros didáticos de biologia do ensino médio. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte. v.12. n.01. p.145-158 , 2010.

BIZZO, N. *Novas bases da biologia: seres vivos e comunidade*. v. 2. São Paulo: Ática, 2011.

BORGES, A. T. Modelos mentais de eletromagnetismo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 15, n. 1, p. 7-31, 1998. Disponível em:<<https://books.google.com.br/Modelos+mentais+de+eletromagnetismo.+Caderno+Catarinense+de+Ensino+de+F%C3%ADsica,+v.+15,+n.+1,+p.+7-31,+1998.htm>>. Acesso em: 18 dez. 2015.

BORGES, A. T. Um estudo de Modelos Mentais. *Investigações em Ensino de Ciência*. v. 2, nº 3, dez. 1997. Disponível s em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol2/n3/borges.htm>>. Acesso em: 18 dez. 2015.

_____. Como Evoluem os modelos mentais. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte. Vol. 1, No. 1, 85-125,1999.

BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. R.. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 6 Nº 1. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2007.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretária da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino médio*. Brasília: MEC, 1999.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Guia de livros didáticos – PNLD 2012 (Biologia). Brasília: MEC, 2011.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais -Ensino Médio - Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

_____. Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Vol. 3. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em 22 de dez. 2015

DUSO, L. O uso de modelos no ensino de biologia. *XVI ENDIPE – UNICAMP*, Campinas: Junqueira & Martins editores, l. 3, p. 1-10, 2012.

ESTEBAN, M. P. S. *Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições*. Porto Alegre: AMGH, 2010.

FARIAS, I. M. S. et al. *Metodologia da Pesquisa Educacional em Biologia*. Secretaria de Educação a Distância. (SEAD/UECE). Fortaleza [s.n.] 2011;

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “fazer Ciência”. *Química Nova na Escola*, n. 28, p. 32-36, 2008.

FOGAÇA, M. *O papel da inferência na relação entre modelos mentais e modelos científicos sobre célula*. 2006. 230 f. dissertação (mestrado em Educação) Faculdade de educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FOSSILE, Dieysa K. Construtivismo versus sociointeracionismo: uma introdução às teorias cognitivas. *Revista Alpha*, Patos de Minas, UNIPAM. 2010. Disponível em: <http://alpha.unipam.edu.br/documents/18125/23730/construtivismo_versus_socio_interacionsimo.pdf>. Acesso em: dez. 2016.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Investigação de modelos mentais dinâmicos sobre a dissolução de NaCl por meio da elaboração de animações. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis: ENPEC, 2009.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GILBERT, J.K. & BOULTER, C. Stretching Models Too Far. In: Conferência Anual da National Association for Research in Science Teaching. *Anais*. San Francisco, 1995.

GONZÁLEZ, B. M. G. El modelo analógico como recurso didáctico en ciencias experimentales. *Revista Iberoamericana de Educación*. 2005. Disponível em: <[Http://rieoei.org/1080.htm](http://rieoei.org/1080.htm)>. Acesso em: 15 mar. 2016.

GRECA, I. M. & SANTOS, F. M. T. Algumas metodologias para o estudo de modelos mentais. IN: SANTOS, F. M. T.; GRECA, J. M. *A pesquisa no ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. Ijuí: Unijuí, 2006.

GRECA, I.M.; MOREIRA, M.A. Além da detecção de modelos mentais dos estudantes uma proposta representacional integradora. 2002. *Revista Investigação em Ensino de Ciências*. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>>. Acesso em: 20 dez. 2015.

GUEVARA, M; VALDEZ, R. Los modelos en la enseñanza de la química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y aprendizaje. *Educación Química*, México, v. 15, n. 3, p. 243-247, 2004.

JOHNSON-LAIRD, P. *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

KAPRAS, S. et al. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. 1997. *Revista Investigação no Ensino de Ciências*. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol2/n3/krapas.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. Piaget, Vygotsky e Wallon: *teorias psicogenéticas em discussão*. São Paulo: summus, p. 11-34, 1992.

LAGRECA, M. C. B.; MOREIRA, M. A. Tipos de representações mentais utilizadas por estudantes de física geral na área de mecânica clássica e possíveis modelos mentais nessa área. *Revista de ensino de física*, v. 21, nº. 1, março, 1999.

LENOIR, Y. *Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável*. In: FAZENDA, I. C. A. Campinas: Papirus, 1998.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. *Biologia hoje: os seres vivos*. v.2. São Paulo: Ática, 2012.

LORENZINI, N.M.P.; ANJOS, C.R. Teoria de modelos e o ensino de biologia o diálogo entre teoria e prática. *Encontro Perspectivas do ensino de biologia*, São Paulo: Graf, 2004.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

NETO, J. M.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência e Educação*, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MOEHLECKE, S. O ensino médio e as novas diretrizes curriculares nacionais: entre recorrências e novas inquietações. *Revista brasileira de educação – UFRJ*, v. 17, n. 49, 2012.

MOEIRA, M. A.; PINTO, A. O. Dificuldades na aprendizagem da lei de Ampère, à luz da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird. *Revista brasileira de ensino de física*, v. 25. nº 3, setembro, 2003.

MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2006.

_____. Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica. I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa. *Anais*. Campo Grande, Brasil, 2005.

_____. Modelos mentais. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, v.1, n. 3, p. 193-232, 1996. Disponível em: <<http://www.ufopa.edu.br/revistaexitus/revistas/vol.-3-no.-1-2013-2013-issn-impresso-2236-2983-issn-eletronico-2237-9460/artigo/a-formacao-de-modelos-mentais-na-sala-de-aula>>. Acesso em: 18 dez. 2015.

_____. *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ciências*. Porto Alegre: 2009. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios5.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. et al. Modelos mentales y modelos conceptuales em la enseñanza & aprendizaje de las ciências. *Revista Brasileira de Investigaçã em Educação em Ciências*, v.2, n.3, p.36-56, 2002.

NORMAN, D. A. Some observations on mental models. In: GENTNER, D.; STEVENS, A. L. (Eds.) *Mental models*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.

NÚÑEZ, I. B.; PACHECO, O. G. Formacion de la habilidad de explicar propiedades de las sustancias. *Revista Química Nova*, v. 10, n. 5, p. 675-680, 1996.

OLIVEIRA, M. K. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico*. São Paulo Scipione, 1993.

ORLANDO, T. et al. *Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas*. Minas Gerais, 2009. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/arquivos/File/conteudo/artigos_teses/Biologia/Artigos/modelos_didaticos.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2016,

PEDREIRA, A. J; CARNEIRO, M. H. S.; SILVA, D. M. S. Uso do Livro Didático por Licenciandos em Ciências Naturais: o que me lembro e o que fiz. In: *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Atas do VIII ENPEC, 2011.

PIAGET, J. *A epistemologia genética*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973.

_____. *O nascimento da inteligência na criança*. Rio de Janeiro: Zahar, 1987.

PINHEIRO, T. F. et al. Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da Matemática no conhecimento científico. In: PIETROCOLA,

Maurício (Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: UFSC, 2001.

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

RAMALHO, F. A. *Modelos mentais e representações analógicas de alunos da educação de jovens e adultos – EJA – no ensino de ciências*. Centro federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www2.et.cefetmg.br/permalink/f558927e-89e6-11df-8004-00188be4f822.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

SER PROTAGONISTA. *Biologia: ensino médio*. v. 2. São Paulo: SM, 2013.

SETUVAL, F.; BEJARANO, N. *Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia*. Bahia, 2008. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/pdfs/1751.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

SILVA, M. F. *Compreensão da estrutura de proteínas por estudantes de nível superior na perspectiva da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird*. São Carlos, 2012.

SLONGO, I. I. P. *A produção acadêmica em ensino de Biologia: um estudo a partir de teses e dissertações*. Florianópolis : UFSC, 2004.

TAUCEDA, K. C. et al. O livro didático e as representações mentais de Bioquímica e Biofísica em alunos do Ensino Médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 6, n.1, 2011.

TAUCEDA, K. C.; PINO, J. C. del. Modelos e outras representações mentais no estudo do DNA em alunos do ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 2, 2010.

TEIXEIRA, P. M. M. *pesquisa em ensino de biologia no Brasil (1972-2004): um estudo baseado em dissertações e teses*. São Paulo, 2008.

TRIVIÑOS. A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 2010.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental - proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação*, Bauru, v.9, n. 1, 2003.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos superiores*. Tradução de José Cipolla Neto et al. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

_____. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário de caracterização do perfil do grupo

1. Dados Gerais		
Aluno(a):	Série:	Turma:
Gênero: () M () F Idade: () de 14 a 16 anos () de 17 a 19 anos		
2. Em que tipo de escola você cursou o ensino fundamental		
<input type="checkbox"/> Todo em escola pública. <input type="checkbox"/> Todo em escola privada (particular). <input type="checkbox"/> A maior parte em escola pública.	<input type="checkbox"/> A maior parte em escola privada (particular). <input type="checkbox"/> Metade em escola pública e metade em escola privada (particular).	
3. Você exerce trabalho remunerado?		
() Não () Sim, período integral; () Sim, meio período; () Trabalhos eventuais.		
4. Quantas horas por semana, aproximadamente, você dedica aos estudos, excetuando as horas de aula?		
() Nenhuma, apenas assisto às aulas. () 1 a 3 h. () 4 a 7 h. () 8 a 12 h.		
5. Classifique os seus conhecimentos sobre informática:		
() Muito maus. () Fracos. () Razoáveis. () Bons. () Muito bons.		
6. Você utiliza a Internet para fazer pesquisa através de um sítio de busca?		
() Nunca. () Raramente. () Poucas vezes. () Muitas vezes. () Sempre.		
7. Você pretende fazer qual curso superior?		
8. Você gosta de estudar a disciplina de Biologia?		
() Sim () Não () Indiferente		
9. Os conteúdos de biologia são desenvolvidos utilizando-se mais de?		
() Teoria () Teoria-Prática		
10. Quanto ao grau de dificuldade de aprendizagem nas aulas de Biologia:		
() Fácil () Moderado () Difícil		
11. Quais suas expectativas quanto ao aprendizado na disciplina de Biologia?		
() Passar para área de saúde na faculdade () Não tem expectativa ou não respondeu () Aprender o conteúdo () Passar no colégio () Melhorar o meio ambiente		

Somos gratos por sua colaboração!

APÊNDICE B – Questionário de avaliação do Roteiro didático

Caro aluno(a),

Gostaríamos de conhecer as suas impressões sobre a aplicação do Roteiro de estratégias de ensino-aprendizagem que você acabou de participar.

Como resposta, escolha e marque uma das opções relacionada a cada questão. Sua resposta é de fundamental importância para esse projeto.

01. As atividades educacionais realizadas durante a aplicação do roteiro didático (aulas expositivas, atividades práticas, material de apoio) ajudaram a organizar melhor as suas ideias, facilitando a compreensão sobre os vírus?

() Não ajudaram () Ajudaram pouco () Ajudaram razoavelmente
() Ajudaram muito.

02. Sobre as atividades desenvolvidas, marque as que mais você gostou.

() Elaboração de mapas conceituais. () Elaboração de desenhos.
() Confeção de modelos tridimensionais. () Jogo de perguntas e respostas.
() Elaboração de tabelas.

03. Em sua opinião houve algum aspecto negativo em relação a aplicação do roteiro?. Se sim, descreva-o.

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

04. Em uma escala de 0 a 10, qual nota você atribui ao Roteiro?

.....

Somos gratos por sua colaboração!

APÊNDICE C – Roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem a partir de modelos mentais

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

RAIR DE LIMA NICÁCIO

**PRODUTO EDUCACIONAL:
ROTEIRO DE ESTRATÉGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM A PARTIR DE
MODELOS MENTAIS**

**Rio Branco
2017**

RAIR DE LIMA NICÁCIO

**PRODUTO EDUCACIONAL:
ROTEIRO DE ESTRATÉGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM A PARTIR DE
MODELOS MENTAIS**

Produto Educacional apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre Profissional em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora:

PROFA. DRA. MARIA DO SOCORRO NERI MEDEIROS DE SOUZA

**Rio Branco
2017**

APRESENTAÇÃO

O presente produto educacional, intitulado “ROTEIRO DE ESTRATÉGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM A PARTIR DE MODELOS MENTAIS”, é resultante da dissertação de Mestrado Profissional no Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, A APLICAÇÃO DA TEORIA DOS MODELOS MENTAIS AO ENSINO DE VÍRUS. Seu objetivo é contribuir no processo de ensino e aprendizagem de biologia do Ensino Médio, levantando e difundindo possibilidades de estudo sobre os vírus com base na teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird (1983) em situações concretas de sala de aula.

Nesse intuito, o Roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem a partir de Modelos Mentais traz na primeira parte uma apreciação teórica sobre a respectiva teoria, a fim de entendermos em que se constituem e como podem ser utilizados pelo aluno e pelo professor na compreensão de conceitos mais elaborados sobre o estudo dos vírus na biologia do Ensino Médio.

Além disso, apontamos algumas contribuições do teórico construtivista Piaget (1987) e do teórico sóciointeracionista Vygotsky (1989) sobre o desenvolvimento cognitivo e a formação de conceitos. Os quais, de modo distinto e ao mesmo tempo complementar, apregoam que o desenvolvimento humano se dá a partir da interação da pessoa com o meio, num processo dialético.

Outro aspecto tratado ainda na primeira parte é o uso de modelos no ensino de Biologia, pensando em si como construção mental externalizada a partir de alguma representação pictórica, proposicional ou dimensional, tais como sentenças completas, desenhos, esquemas, tabelas, gráficos, mapas conceituais, maquetes etc.

Na segunda parte, apresentamos algumas propostas de tratamento do conteúdo “Vírus” pelo professor e seu caráter propositivo na construção de conceitos por parte dos alunos. Para isso, estruturamos o roteiro em forma de um quadro composto pelas partes seguintes etapas do roteiro: temas e subtemas de estudo, tipo de atividade, estratégias de ensino e aprendizagem, objetivos de estudo e recursos materiais.

Por fim, na terceira parte, apontamos algumas atividades inerentes ao roteiro de estratégias de ensino e aprendizagem a partir de modelos mentais, como possíveis propostas de serem desenvolvidas em sala de aula.

SUMÁRIO

1 O QUE SÃO MODELOS MENTAIS?.....	135
2 DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E FORMAÇÃO DE CONCEITOS EM PIAGET E VYGOTSKY	136
2.1 A formação de conceitos em Piaget.....	136
2.2 A formação de conceitos em Vygotsky	137
3 O USO DE MODELOS NO ENSINO DE BIOLOGIA	139
4 ROTEIRO DE ESTRATÉGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM A PARTIR DE MODELOS MENTAIS.....	141
5 PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE AULAS A PARTIR DO ROTEIRO	142
5.1 ATIVIDADE 1 - VÍRUS: CARACTERÍSTICAS GERAIS: Conceito e Classificação.....	142
5.2 ATIVIDADE 2 - REPRESENTAÇÃO DOS VÍRUS: Estrutura viral.....	145
5.3 ATIVIDADE 3 - REPRESENTAÇÃO DOS VÍRUS: Ciclo lítico e Ciclo lisogênico.....	147
5.4 ATIVIDADE 4 – VÍRUS E SAÚDE: Doenças humanas causadas por vírus	148
5.5 ATIVIDADE 5 – VÍRUS E SAÚDE: Viroses e saúde pública	152
6 CONSIDERAÇÕES	153
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	154

1 O QUE SÃO MODELOS MENTAIS?

O conceito de Modelo Mental para Jonhson-Laird “é uma representação interna de informações que corresponde, analogamente, ao estado de coisas que estiver sendo representado”. Moreira (1996, p. 5). Modelos mentais são análogos estruturais do mundo.

De outra forma Borges (1998, p.9), apresenta uma definição mais simplificada afirmando que modelo mental é um modelo que existe na mente de alguém. Portanto, por dizerem respeito às nossas representações internas, justifica-se sobremaneira a utilização de seus pressupostos teóricos em defesa de que também no estudo dos conceitos de biologia só é possível aprendizado novo partindo daquilo que já se conhece, ou seja, do que de algum modo, já está internalizado.

Podem existir vários modelos, os quais vão sendo substituídos à medida que o conteúdo vai sendo tratado. Além disso, são incompletos, não sendo possível também o seu conhecimento na totalidade, pois cada indivíduo constrói o seu modelo em conformidade com sua experiência com o objeto a ser conhecido.

Uma declaração importante expressa por Borges (1996) é a de que os modelos mentais, por serem dinâmicos e substituíveis, tendem a evoluir em decorrência do desenvolvimento psicológico e da instrução, por conseguinte, reitera-se o papel da escola nesse processo.

Nessa mesma perspectiva, Gibin (2009, p. 16), avaliza que os modelos mentais constituem-se como elementos importantes por contribuir com informações relevantes sobre a construção do conhecimento. Assim, segundo o autor, o estudo dos modelos mentais é interessante para entender se os alunos desenvolvem aprendizagem significativa sobre determinados conteúdos escolares.

2 DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E FORMAÇÃO DE CONCEITOS EM PIAGET E VYGOTSKY

2.1 A formação de conceitos em Piaget

Pautado na teoria construtivista, Piaget apregoa que o desenvolvimento cognitivo, assim com o biológico se dá por interação do sujeito ao meio que vive à medida que se organiza e se adapta ao mesmo. Para isso, elabora um vasto construto teórico onde demonstra como ocorrem esses desenvolvimentos e, por conseqüências, a construção do conhecimento pelo sujeito.

Para o teórico, o individuo, ao procurar se adaptar, se depara com situações-problemas que lhe desperta naturalmente a curiosidade e o interesse por conhecê-las. Esse processo faz com que entre em estado de desequilíbrio e desadaptação, gerando um conflito cognitivo até que se mobilize e volte ao estado de equilíbrio. Para que essa mudança ocorra, lança mão e dois outros processos cognitivos: a assimilação e a acomodação.

Por assimilação, entenda-se a tentativa pela qual uma pessoa busca novos eventos para solucionar uma determinada situação partindo de esquemas já internalizados ou criando novos esquemas. Nesse sentido, os esquemas não ampliados e transformados pelo processo e acomodação.

Portanto, acomodação vem a ser a criação de novos esquemas ou a modificação de esquemas já prontos, resultando como produto do processo, e em decorrência, em mudança no seu desenvolvimento do indivíduo.

Os processos mentais anteriormente citados indicam que, ao internalizar os conhecimentos sobre tudo que é externo para saltar de um estágio a outro de cognição, o indivíduo o faz por abstração e tomada de consciência, reconhecendo o que é comum aos mesmos.

Ainda de acordo com Piaget (1971), quando se atinge a capacidade cognitiva de fazer abstrações particulares sobre um princípio geral, o raciocínio está suficientemente sofisticado, ou seja, apurado, e aí o individuo atinge o equilíbrio que lhe possibilita, por exemplo, a compreensão de teorias científicas.

2.2 A formação de conceitos em Vygotsky

Para Vygotsky (1989), aprendizagem e desenvolvimento são aspectos inter-relacionados no ser humano. O desenvolvimento, por sua vez, parte de dentro do sujeito, impulsionado pela aprendizagem decorrente de sua relação com o ambiente sociocultural em que está imerso, o qual lhe confere símbolos e instrumentos que mediam essa relação.

Vygotsky (1984), afirma que existem dois níveis de desenvolvimento que ocorrem de forma simultânea durante toda a vida do sujeito. O nível de desenvolvimento real consiste naquilo que o sujeito pode fazer sozinho, portanto já os domina e não necessita da ajuda.

O outro nível é o desenvolvimento potencial, que são as capacidades que ainda não foram construídas pelo sujeito e que, por isso, necessitam da ajuda de um parceiro mais experiente para ensiná-lo a desenvolver tais capacidades de forma independente, pois são conhecimentos que ainda não foram internalizados.

Mas, qual é o elo de relação entre estes dois níveis? Para responder a esse questionamento, há a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que consiste no espaço entre os dois níveis onde atuam os mediadores como desencadeadores de processos de aprendizado. Nesse sentido, a aprendizagem é um processo de conhecimento individual e o aprendizado é resultado da mediação, portanto, do meio, no processo de internalização do conhecimento pelo sujeito. A Zona de Desenvolvimento Proximal,

[...] é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1989, p. 97).

A relação entre o que o aluno já sabe e aquilo que tem potencialidade de saber, Vygotsky atribui a escola um papel muito importante, porque é quem media a aprendizagem atuando na ZDP dos alunos. Além disso, ao interagir com o professor, com os outros alunos e o contato com os diferentes signos, o nível potencial é deflagrado pela aprendizagem e transpõe-se ao nível real.

Para Vygotsky, (1981 *apud* FILHO, 2008), o desenvolvimento humano é definido pelos processos de amadurecimento do organismo individual e pela

aprendizagem que desperta os processos internos do desenvolvimento, quando interagem com os demais e com o ambiente cultural.

As concepções das teorias de Piaget (1987) e Vygotsky (1989) sobre o desenvolvimento cognitivo e sobre a formação de conceitos apontam alguns elementos importantes a serem considerados nesses processos. Alguns desses merecem destaque, tais como a função da linguagem nas relações entre a pessoa com os outros e com o meio externo e vice-versa, assim como o papel mediador daquele que é o parceiro mais experiente.

3 O USO DE MODELOS NO ENSINO DE BIOLOGIA

O uso de modelos possui um papel significativo para o ensino de ciências em geral, além de ser muito utilizado nas aulas, porém, na Biologia, ainda é um tema pouco estudado. Diante disso, buscaremos neste tópico identificar o papel atribuído ao uso de modelos no ensino de ciências, especialmente no ensino de Biologia, pois se verifica que:

O ensino de Biologia se organiza ainda hoje de modo a privilegiar o estudo de conceitos, linguagem e metodologias desse campo do conhecimento, tornando as aprendizagens pouco eficientes para interpretação e intervenção na realidade (BORGES; LIMA, 2007, p.166).

No ensino de Biologia, a modelização caracteriza-se como uma possibilidade efetiva para o processo de ensino e aprendizagem nesta disciplina pois conforme é entendida por Pinheiro et al, (2001, p. 39), é “[...] um processo que consiste na elaboração de uma construção mental que pode ser manipulada e que procura compreender um real complexo”. Compreende-se então que, ao realizar um estudo sobre a construção de modelos mentais não é relevante apenas constatar o que os alunos possuem em comum sobre o conhecimento de algum conteúdo, mas antes, saber como se constituem a formação de novos conceitos partindo-se daquilo que já sabem.

De acordo com Gilbert & Boulter (1994 *apud* Ramalho 2009, p. 27), um modelo pode ser definido como uma representação de um evento, um objeto, um processo, uma ideia ou um sistema. Além disso, Ramalho (2009, p. 30), afirma que os modelos devem possuir objetivos específicos como, facilitar a visualização; fundamentar a elaboração e o teste de novas ideias; possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre o comportamento e as propriedades de um sistema em estudo.

Conforme Krapas et al (1997, p.190), “na literatura de educação em ciências, o termo modelo aparece com frequência, mas assume diversos sentidos”. Sendo assim, o apontam como uma articulação entre o conteúdo e metodologia, como também entre empiria/experimento; neste relacionando, respectivamente, a proposições e imagens.

Portanto, infere nestas articulações um conceito de modelos como processo representacional utilizando-se de imagens, analogias e metáforas, para auxiliar alunos e cientistas a visualizarem e compreenderem um conteúdo, que pode se apresentar de difícil compreensão, complexo e abstrato.

Nesta direção, Krapas *et al* sustentam que

O modelo mental (uma representação pessoal, privada de um alvo), o modelo expresso (aquela versão de um modelo mental que é expressa por um indivíduo através da ação, fala ou escrita), o modelo consensual (um modelo expresso que foi submetido a teste por um grupo social, por exemplo a comunidade científica, e que é visto, pelo menos por alguns, como tendo mérito), e o modelo didático (um modelo especialmente construído para auxiliar na compreensão de um modelo consensual) (KRAPAS *et al*, 1997, p.190).

A construção de um Modelo Mental de uma concepção para o estudante, como um conceito teórico e abstrato, é um processo de comparação de modelos elaborados e confeccionados como recurso didático no processo de ensino-aprendizagem de Ciências. Assim o modelo inicial vem a servir de base para outros posteriores e aprendizagem futura, conforme defende Gonzales (2005).

Confirmando esse entendimento, Johnson-Laird (1983) pondera,

Como eles podem ter muitas formas e servir para muitas finalidades seus conteúdos são muito variados: podem conter nada mais do que elementos que representam indivíduos e identidades entre eles, como nos modelos necessários ao raciocínio silogístico; podem representar relações espaciais entre entidades ou relações temporais ou causais entre eventos. Os modelos mentais têm o conteúdo e forma que servem às finalidades para as quais foram construídos, sejam elas explicar, predizer ou controlar. (JOHNSON-LAIRD, 1983, p. 410)

Tendo em vista a natureza dos conhecimentos das ciências, na biologia não se dá de modo diferente. Portanto, os modelos podem ser constituídos por variadas representações, desde os conceitos contidos nos livros didáticos, até modelos tridimensionais, elementos pictóricos, animações e filmes que podem se tornar bons recursos na apropriação de novos modelos.

4 ROTEIRO DE ESTRATÉGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM A PARTIR DE MODELOS MENTAIS

Horas aulas	Tema e subtema	Tipo de atividade	Estratégia de ensino e aprendizagem	Objetivos de estudo	Recursos materiais
1ª atividade (2 h/a)	Características gerais dos vírus: conceito e classificação	Atividade prática individual	Elaboração de mapas conceituais	-Relembrar e compreender os motivos pelos quais os vírus não são incluídos em nenhum dos reinos de seres vivos (são acelulares). -Relembrar a classificação dos vírus quanto aos seus tipos.	- Textos impressos; - Livro didático; - Papel sem pauta; - Lápis, caneta;
2ª atividade (2 h/a)	Representação dos vírus: estrutura viral	Atividade prática em grupo	Construção de modelos tridimensionais	Relembrar a estrutura geral dos vírus.	- Impressões de exemplos de vírus. - Papel sem pauta; - Lápis, canetas. - Tintas; - Materiais recicláveis - Estilete; - Régua. - Pincéis coloridos.
3ª atividade (2 h/a)	Representação dos vírus: ciclo lítico e ciclo lisogênico	Atividade prática individual	Representações pictóricas	Relembrar os modos de reprodução viral e a relação com outros organismos.	- Impressões de textos sobre os ciclos lítico e lisogênico. - Papel sem pauta; - Cartolinas; - Lápis, canetas. - Pincéis coloridos.
4ª atividade (1 h/a)	Vírus e saúde: Doenças humanas causadas por vírus	Atividade prática individual	Elaboração de tabelas	Relembrar a relação entre algumas doenças causadas por vírus, formas de disseminação, prevenção e tratamento.	- Impressões de textos sobre doenças humanas causadas por vírus. - Papel sem pauta; - Lápis, canetas. - Régua
5ª atividade (1 h/a)	Vírus e saúde: viroses e saúde pública	Atividade prática em grupo	Jogo de perguntas e respostas "Quiz da cidadania e saúde"	Relembrar e discutir alguns problemas de saúde públicas ocasionados por viroses	- Questões impressas ou em slides, notebook, Datashow.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador, 2017.

5 PROPOSTAS DE DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES A PARTIR DO ROTEIRO

5.1 ATIVIDADE 1 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS VÍRUS: Conceito e Classificação

TIPO DE ATIVIDADE: Atividade prática individual

DURAÇÃO: 1 h/a

COMPETÊNCIA

Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.

ETRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Elaboração de mapas conceituais

HABILIDADES

- Relembrar e compreender os motivos pelos quais os vírus não são incluídos em nenhum dos reinos de seres vivos (são acelulares).
- Relembrar a classificação dos vírus quanto aos seus tipos.
- Interpretar e utilizar modelos para explicar determinados processos biológicos.
- Desenvolver modelos explicativos sobre o funcionamento dos sistemas vivos e/ou não vivos.
- Construir mapas conceituais sobre os conceitos e classificação do vírus.

RECURSOS MATERIAIS

- Textos impressos, livro didático, papel sem pauta, lápis, canetas.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

1º Momento

- Exposição dos objetivos da aula.

2º momento

- Simulação da construção de um mapa conceitual, evidenciando sua importância, suas características e critérios de elaboração.

3º momento

- Distribuição dos materiais necessários à confecção dos mapas conceituais.

4º momento

- Elaboração dos mapas conceituais pelos alunos.
- Mediação do professor durante a confecção do mapa conceitual.

5º momento

- Apresentação visual e oral dos mapas conceituais por cada aluno;
- Mediação do professor, fazendo apontamentos, se necessário, quanto à estrutura dos mapas conceituais produzido pelos alunos.
- Retomada dos conteúdos pelo professor evidenciando seus tópicos principais.

AValiação

- Através da participação ativa no desenvolvimento da atividade proposta.
- Elaboração do mapa conceitual de acordo com as orientações propostas;
- Apresentação oral sintética de entendimento dos conteúdos com base nos mapas conceituais.

**MATERIAIS COMPLEMENTARES PARA O PROFESSOR****Leituras:**

- **MAPAS conceituais no processo de ensino-aprendizagem: aspectos práticos.** Disponível em: <<http://www.infoescola.com/pedagogia/mapas-conceituais-no-processo-de-ensino-aprendizagem-aspectos-praticos/>>. Acesso em 18 abr. 2017.
- **Elaboração de mapas conceituais como alternativa de aprendizagem do aluno.** Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:CPyDrD3pDqkJ:www.sistemas.ufrn.br/shared/verArquivo%3FidArquivo%3D726518%26key%3D6db9b6eaf6178a81a0aa46292a0a77a7+&cd=14&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br&client=firefox-a>>. Acesso: 18 abr. 2017.
- **Software para elaboração de mapas conceituais:** <<http://www.softonic.com.br/s/mapas-conceituais>>. 18 abr. 2017.
<http://www.prograd.uff.br/virologia/sites/default/files/introducao_a_virologia.pdf>.
- POZZANA, M. **Virologia.** Disponível em: <<http://biologo.com.br/bio/virologia/>>. Acesso: 18 abr. 2017.

Vídeos:

- KHAN, S. **Características gerais dos vírus**. 2017. Disponível em: <https://youtu.be/M6Ho9xbmXAo?t=155>>. Acesso: 18 abr. 2017.
- **Tudo sobre vírus** (Documentário). Disponível em: <<https://youtu.be/JrwTX8JfXXo>>. Acesso: 18 abr. 2017.

5.2 ATIVIDADE 2 - REPRESENTAÇÃO DOS VÍRUS: Estrutura viral

TIPO DE ATIVIDADE: Atividade prática em grupo

DURAÇÃO: 2 h/a

COMPETÊNCIAS

- Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.
- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.

ETRAITÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Construção de modelos tridimensionais

HABILIDADES

- Relembrar a estrutura geral dos vírus.
- Representar dados obtidos em experimentos, publicados em livros, revistas, jornais ou documentos oficiais, na forma de gráficos, tabelas, esquemas e interpretá-los criticamente. [...] Correlacionar esses dados com outros relativos às condições socioeconômicas e aos índices de escolarização desses habitantes e interpretar essas correlações;
- Interpretar fotos, esquemas, desenhos, tabelas, gráficos, presentes nos textos científicos ou na mídia, que representam fatos e processos biológicos e/ou trazem dados informativos sobre eles.- Desenvolver modelos explicativos sobre o funcionamento dos sistemas vivos e/ou não vivos;
- Construir modelos tridimensionais de vírus.

RECURSOS MATERIAIS

- Impressões de exemplos de vírus, papel sem pauta, lápis, canetas, tintas, materiais recicláveis, estilete, régua, pincéis coloridos.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

1º Momento

- Exposição dos objetivos da aula.

2º momento

- Agrupamento dos alunos em duplas ou trios.

3º momento

- Distribuição dos materiais necessários à confecção dos mapas conceituais.
- Orientações dadas pelo professor sobre as dimensões dos modelos (simetria e tamanho) e das cores indicativas das partes dos vírus.

4º momento

- Elaboração dos modelos tridimensionais pelos alunos.
- Mediação do professor durante a confecção dos modelos tridimensionais.

5º momento

- Apresentação visual e oral dos modelos tridimensionais por cada grupo;
- Mediação do professor, fazendo apontamentos, se necessário, quanto ao modelo tridimensional produzido pelos alunos.
- Retomada dos conteúdos pelo professor evidenciando seus tópicos principais.

AVALIAÇÃO

- Através da participação ativa no desenvolvimento da atividade proposta.
- Elaboração do modelo tridimensional de acordo com as orientações propostas;
- Apresentação oral sintética de entendimento dos conteúdos com base nos modelos tridimensionais.

**MATERIAIS COMPLEMENTARES PARA O PROFESSOR****Leituras:**

- OLIVEIRA, A. C. S. **Modelos didáticos como recurso para o ensino de biologia: uma experiência didático-pedagógica com alunos do ensino médio de uma escola pública de Iguatu/CE**. 2015. PUCPR. Disponível em: <http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17802_10070.pdf>. Acesso em: 18 de abr. 2017.

Vídeos:

- **Últimas Curiosidades: O vírus zika como nunca o viu: em 3D**. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=video&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj2lfSR8srUAhUCPpAKHdw1BYoQuAIIJjAB&url=http%3A%2F%2Fultimas-curiosidades.blogspot.com%2F2016%2F03%2Fo-virus-zika-como-nunca-o-viu-em-3d.html&usg=AFQjCNHqBi_Vvw71YY33TePPjzDEuRglfQ>. Acesso em: 18 de abr. 2017.

5.3 ATIVIDADE 3 - REPRESENTAÇÃO DOS VÍRUS: Ciclo lítico e Ciclo lisogênico

TIPO DE ATIVIDADE: Atividade prática individual

DURAÇÃO: 2 h/a

COMPETÊNCIAS

- Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.
- Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.

ETRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Representações pictóricas.

HABILIDADES

- Relacionar conceitos da Biologia com os de outras ciências, como os conhecimentos físicos e químicos.
- Construir representações pictóricas dos ciclos reprodutivos dos vírus.

RECURSOS MATERIAIS

- Impressões de exemplos sobre os ciclos lítico e lisogênico, papel sem pauta, cartolinas, lápis, canetas, pincéis coloridos.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

1º Momento

- Exposição dos objetivos da aula.

2º momento

- Distribuição dos materiais necessários à confecção das representações pictóricas.

3º momento

- Orientações dadas pelo professor sobre os elementos representativos de cada ciclo.

- Divisão entre os alunos que representarão o ciclo lítico e os que representarão o ciclo lisogênico.

4º momento

- Elaboração dos desenhos planos sobre os ciclos reprodutivos dos vírus.
- Mediação do professor durante a confecção dos desenhos.

5º momento

- Apresentação visual e oral dos desenhos elaborados por cada aluno.
- Mediação do professor, fazendo apontamentos, se necessário, quanto aos desenhos produzidos pelos alunos.
- Retomada dos conteúdos pelo professor evidenciando seus tópicos principais, especialmente a comparação e diferença entre um ciclo e outro.

AVALIAÇÃO

- Através da participação ativa no desenvolvimento da atividade proposta.
- Elaboração das representações pictóricas de acordo com as orientações propostas;
- Apresentação oral sintética de entendimento dos conteúdos com base nas representações pictóricas.

MATERIAIS COMPLEMENTARES PARA O PROFESSOR



Leituras:

- ALTERTHUM, F. Classificação dos Vírus e Abrangência da Microbiologia. **Microbiologia**. 5. ed. São Paulo, Atheneu, 2008.
- RÁCZ, M^a L., MENCK, C.F. Propriedades Gerais dos Vírus. **Microbiologia**. 5. ed. São Paulo, Atheneu, 2008.
- SILVA, D. **Ciclo lisogênico: Como ocorre e algumas doenças**. 2014.
Disponível em: < <http://www.estudopratico.com.br/ciclolisogenico/>>. Acesso em: 18 de abr. 2017.

Vídeos:

- **Aula em vídeo – Vírus**. Disponível em: < <http://www.cursinhoparamedicina.com.br/video-aulas/aulas-biologia/>>. Acesso em: 18 de abr. 2017.

5.4 ATIVIDADE 4 – VÍRUS E SAÚDE: Doenças humanas causadas por vírus

TIPO DE ATIVIDADE: Atividade prática individual

DURAÇÃO: 1 h/a

COMPETÊNCIAS

- Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.
- Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.
- Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.

ETRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Elaboração de tabelas

HABILIDADES

- Relacionar conceitos da Biologia com os de outras ciências, como os conhecimentos físicos e químicos.
- Analisar dados relacionados a problemas ambientais.
- Comparar diferentes posicionamentos sobre assuntos avaliando a consistência dos argumentos e a fundamentação teórica.
- Interpretar fotos, esquemas, desenhos, tabelas, gráficos, presentes nos textos científicos ou na mídia, que representam fatos e processos biológicos e/ou trazem dados informativos sobre eles.
- Representar dados obtidos em experimentos, publicados em livros, revistas, jornais ou documentos oficiais, na forma de gráficos, tabelas, esquemas e interpretá-los criticamente. [...] Correlacionar esses dados com outros relativos às condições socioeconômicas e aos índices de escolarização desses habitantes e interpretar essas correlações.

RECURSOS MATERIAIS

- Impressões de exemplos sobre doenças humanas causadas por vírus, papel sem pauta, lápis, canetas, régua.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

1º Momento

- Exposição dos objetivos da aula.

2º momento

- Distribuição dos materiais necessários à confecção das tabelas.

3º momento

- Orientações dadas pelo professor sobre a estrutura gráfica de uma tabela;
- Divisão dos nomes de algumas doenças virais entre os alunos para construção de suas tabelas.

4º momento

- Elaboração das tabelas sobre os ciclos doenças virais;
- Mediação do professor durante a confecção das tabelas.

5º momento

- Apresentação visual e oral das tabelas elaboradas por cada aluno.
- Mediação do professor, fazendo apontamentos, se necessário, às tabelas quanto as tabelas produzidas pelos alunos.
- Retomada dos conteúdos pelo professor evidenciando seus tópicos principais, especialmente a comparação e diferença entre as características de uma doença e outras.

AValiação

- Através da participação ativa no desenvolvimento da atividade proposta.
- Elaboração das tabelas de acordo com as orientações propostas;
- Apresentação oral sintética de entendimento dos conteúdos com base nas tabelas produzidas.



MATERIAIS COMPLEMENTARES PARA O PROFESSOR

Leituras:

- ONDARZA, R. N. Fuente. **Biología molecular. Antes y después de la doble hélice**. 1994. Disponível em: <<http://apuntesbiologiamol.blogspot.com.br/2014/04/los-virus-como-modelo-en-biologia.html>>. Acesso em: 18 de abr. 2017.
- **Quais são as doenças causadas por vírus?** Disponível em: <<http://www.mdsaude.com/category/doencas-infectocontagiosas/viroses>>. Acesso em: 18 de abr. 2017.
- **Doenças Humanas Causadas por Vírus**. Disponível em: <[http://www.newsmedical.net/health/HumanDiseasesCausedbyViruses\(Portuguese\).aspx](http://www.newsmedical.net/health/HumanDiseasesCausedbyViruses(Portuguese).aspx)>. Acesso em: 18 de abr. 2017.
- **Doenças Causadas por Vírus**. Disponível em: <http://www.todabiologia.com/microbiologia/doencas_causadas_por_virus.htm>. Acesso em: 18 de abr. 2017.
- **Doenças causadas por vírus**. Disponível em: <<http://www.mundovestibular.com.br/articles/814/1/doencascausadasporvirus/Paacutegina1.html>>. Acesso em: 18 de abr. 2017.
- **Doenças humanas virais**. Disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Seresvivos/Ciencias/biovirus1.php>>. Acesso em: 18 de abr. 2017.
- **VÍRUS, Principais Viroses**. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/visualizar_texto.cfm?idtxt=31244>. Acesso em: 18 de abr. 2017.

Vírus

- **VIROSES, Prevenções e Tratamento**. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=JtHAnsFxqQQ&hd=1>>. Acesso em: 18 de abr. 2017.
- **VIDEO, Vírus 3A**. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=qifjnVa3tCo>>. Acesso em: 18 de abr. 2017.

5.5 ATIVIDADE 5 – VÍRUS E SAÚDE: Viroses e saúde pública

TIPO DE ATIVIDADE: Atividade em grupo

DURAÇÃO: 1 h/a

COMPETÊNCIAS

- Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.
- Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.

ETRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Jogo de perguntas e respostas “Quiz da cidadania e saúde”

HABILIDADES

- Analisar dados relacionados a problemas ambientais.
- Comparar diferentes posicionamentos sobre assuntos avaliando a consistência dos argumentos e a fundamentação teórica.
- Identificar regularidades em fenômenos e processos biológicos para construir generalizações, como perceber que a estabilidade de qualquer sistema vivo.
- Identificar características de seres vivos de determinado ambiente relacionando-as a condições de vida.
- Perceber os conhecimentos biológicos como interpretações sobre o funcionamento e as transformações dos sistemas vivos construídas ao longo da história e dependentes do contexto social em que foram produzidas.
- Relacionar os avanços científicos e tecnológicos com a melhoria das condições de vida das populações.
- Perceber os efeitos positivos, mas também perturbadores, da ciência e da tecnologia na vida moderna.

RECURSOS MATERIAIS

- Questões impressas ou em slides, notebook, Datashow.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

1º Momento

- Exposição dos objetivos da aula.

2º momento

- Instruções sobre o desenvolvimento da atividade (Regras para participação: Escuta atenta das questões, escolha de uma das opções de resposta; registro confidencial da alternativa por cada grupo);

3º momento

- Divisão dos alunos em grupos para participarem da atividade proposta.

4º momento

- Desenvolvimento da atividade conduzida pelo professor.
- Mediação do professor durante a apresentação das perguntas e/ou respostas.

5º momento

- Retomada das questões evidenciando o porquê dos erros ou acertos das mesmas pelos alunos, bem como as razões de escolha das alternativas.

AVALIAÇÃO

- Através da participação ativa no desenvolvimento da atividade proposta.
- Quantitativo de acertos dos grupos às respostas das questões propostas.



SUGESTÕES E DICAS PARA O PROFESSOR

- **Banco de dados de questões sobre Vírus.** Disponível em: <http://www.professor.bio.br/provas_topicos.asp?topico=V%EDrus>. Acesso em: 18 de abr. 2017.
- **Projeto Medicina.** Disponível em: <[www. Projetomedicina.com.br](http://www.Projetomedicina.com.br)>. Acesso em: 18 de abr. 2017.
- **Estudante Digital: Exercícios Resolvidos de Biologia Vírus.** Disponível em: <<http://www.estudantedigital.org/2012/07/exerciciosresolvidosdebiologiavirus.html>>. Acesso em: 18 de abr. 2017.
- **Questões de concursos, vestibulares e notícias de concursos em aberto: vírus questões vestibular.** 2013. Disponível em: <<http://tudodeconcursosevestibulares.blogspot.com.br/2013/01/virusquestoesvestibular.html>>. Acesso em: 18 de abr. 2017.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Fundamentos de Biologia Moderna*. São Paulo: Moderna, 2002.

ARRUDA, D. M. *Modelos Mentais*. Instituto Nacional de Tecnologia, Ministério da Ciência e Tecnologia. Fev. 2003. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/t_2002/t_2002_turma_modelagem_cognitiva_e_educacao/RelModelosMentais.pdf>. Acesso em: 25 out. 2015.

BORGES, A. T. Modelos mentais de eletromagnetismo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 15, n. 1, p. 7-31, 1998. Disponível em:<<https://books.google.com.br/Modelos+mentais+de+eletromagnetismo.+Caderno+Catarinense+de+Ensino+de+F%C3%ADsica,+v.+15,+n.+1,+p.+7-31,+1998.htm>>. Acesso em: 18 dez. 2015.

BORGES, A. T. Um estudo de Modelos Mentais. *Investigações em Ensino de Ciência*. v. 2, nº 3, dez. 1997. Disponível s em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol2/n3/borges.htm>>. Acesso em: 18 dez. 2015.

_____. Como Evoluem os modelos mentais. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte. Vol. 1, No. 1, 85-125,1999.

BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. R.. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. *Revista Electrónica de Enseñanza de lãs Ciências*. Vol. 6 Nº 1. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2007.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretária da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino médio*. Brasília: MEC, 1999.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

LAGRECA, M. C. B.; MOREIRA, M. A. Tipos de representações mentais utilizadas por estudantes de física geral na área de mecânica clássica e possíveis modelos mentias nessa área. *Revista de ensino de física*, v. 21, nº. 1, março, 1999.

MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília*. Editora Universidade de Brasília, 2006.

_____. Modelos mentais. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, v.1, n. 3, p. 193-232, 1996. Disponível em:
<<http://www.ufopa.edu.br/revistaexitus/revistas/vol.-3-no.-1-2013-2013-issn-impresso-2236-2983-issn-eletronico-2237-9460/artigo/a-formacao-de-modelos-mentais-na-sala-de-aula>>. Acesso em: 18 dez. 2015.

PIAGET, J. *A epistemologia genética*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973.

TAUCEDA, K. C.; PINO, J. C. del. Modelos e outras representações mentais no estudo do DNA em alunos do ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 2, 2010.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos superiores*. Tradução de José Cipolla Neto et al. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

_____. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1988.