



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

**MODELAGEM MATEMÁTICA E LEISHMANIOSE:
PROPOSTA DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM
RELACIONANDO BIOLOGIA E MATEMÁTICA**

Erisnaldo Francisco Reis

Lajeado, maio de 2016

Erisnaldo Francisco Reis

**MODELAGEM MATEMÁTICA E LEISHMANIOSE: PROPOSTA DE
ENSINO E DE APRENDIZAGEM RELACIONANDO
BIOLOGIA E MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Exatas na linha de Pesquisa Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof^a. Dra. Andreia A. Guimarães
Strohschoen

Coorientadora: Prof^a. Dra. Marli T. Quartieri

Lajeado, maio de 2016

Erisnaldo Francisco Reis

**MODELAGEM MATEMÁTICA E LEISHMANIOSE: PROPOSTA DE
ENSINO E DE APRENDIZAGEM RELACIONANDO
BIOLOGIA E MATEMÁTICA**

A Banca examinadora abaixo aprova a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ciências Exatas, na área de Pesquisa Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências e Matemática.

Dra. Andreia Aparecida Guimarães Strohschoen - Orientadora
Centro Universitário UNIVATES

Dra. Marli Teresinha Quartieri - Coorientadora
Centro Universitário UNIVATES

Dra. Míriam Ines Marchi
Centro Universitário UNIVATES

Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt
Centro Universitário UNIVATES

Dra. Maria Cristina Pansera de Araújo
Univ. Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ

Lajeado, maio de 2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por se fazer presente na minha vida e pela oportunidade de cursar o mestrado. Agradeço a Ele, ainda, por conceder-me sabedoria e discernimento para vencer as dificuldades que surgiram nesta caminhada.

À minha esposa, Clébia Mendes da Silva Reis, pela compreensão em relação às minhas ausências. A meus filhos, Nallan, Hallina e Hasllan, por ficarem sem a minha atenção e presença nas horas em que precisaram de mim. À minha irmã Celiene e ao meu amigo Julimar da Silva Santos, pelo incentivo e por toda ajuda que me concederam durante o curso, para eu chegar ao meu objetivo. Aos meus queridos pais, Joel Reis e Júlia Pinheiro, *In Memoriam*, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram.

À professora Dra. Andreia A. Guimarães Strohschoen, minha orientadora, e à professora Dra. Marli T. Quartieri, coordenadora do Mestrado em Ensino de Ciências Exatas – UNIVATES, minha coorientadora, pelo apoio, paciência, preocupação e pelas horas dedicadas para a construção deste trabalho dissertativo. Às professoras, Dra. Márcia J. Hepp Rehfeldt e Míriam Ines Marchi, pelas contribuições e sugestões oferecidas para melhoria deste meu trabalho.

À professora Dra. Eniz Conceição, ao secretário William de Conto, pela atenção. Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação de Ciências Exatas que contribuíram com a minha aprendizagem e para a realização deste trabalho.

À Direção da Escola Estadual Walmir Almeida Costa, pelo apoio e incentivo. Aos alunos do 2º ano do Ensino Médio, Turma Itacaré 2015, que participaram desta pesquisa, pela confiança, interesse e envolvimento.

“Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquisa para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquisa para conhecer o que não conheço e comunicar ou anunciar a novidade”.

(Paulo Freire, 1996)

RESUMO

Esta dissertação se refere a uma pesquisa qualitativa que teve como objetivo analisar as implicações do uso da Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem envolvendo o tema leishmaniose. O aporte teórico seguiu as concepções de pesquisadores que trazem a relação Biologia/Matemática e daqueles que estudam a Modelagem Matemática. Dentre os vários estudiosos da Modelagem Matemática, foram seguidas as ideias do pesquisador Burak. Durante a pesquisa, o intuito foi apresentar um ensino que estivesse mais próximo da realidade dos alunos, para que eles percebessem o significado daquilo que estudam, para as suas vidas. Para tanto, foram realizados quinze encontros em que os alunos fizeram um estudo da leishmaniose no município de Rubim-MG, relacionando a disciplina Biologia e a disciplina Matemática. O processo de Modelagem Matemática ocorreu por meio das atividades realizadas e a relação Biologia/Matemática foi visível. Ficou constatado que atividades realizadas fora do ambiente da sala de aula e recurso tecnológico como ferramenta de apoio, os alunos mostram-se entusiasmados e trabalham sem reclamações. Com as atividades emergiram conteúdos matemáticos, tais como: gráficos, regra de três, teoria dos conjuntos e porcentagem. Os resultados apontaram ainda, que ao utilizar a Modelagem Matemática na sala de aula, os alunos interagem, se motivam a aprender e os conteúdos passam a ter significado. Por meio da utilização desta metodologia, há condições de discutir, propor análises e reflexões relacionadas com a realidade cotidiana dos alunos, de modo que esta realidade possa ser trazida para a sala de aula em Biologia, em Matemática ou em qualquer outra disciplina.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Biologia. Leishmaniose. Ensino Médio. Aprendizagem.

ABSTRACT

This dissertation refers to a qualitative research that aimed to analyze the implications of the use of Mathematical Modeling in the teaching and learning processes involving the theme of leishmaniasis. The theoretical contribution followed the conceptions of researchers who bring the Biology/Mathematical relationship and those who study the Mathematical Modeling. Among the many scholars of Mathematical Modeling, were followed the ideas of the researcher Burak. During the research the aim was to introduce a teaching that was closer to the reality of the students, so that they realize the significance of what they study for their lives. To do so, were held 15 meetings in which students did a study of leishmaniasis in the municipality of Rubim-MG, relating the discipline Biology and Mathematics discipline. The process of mathematical modeling occurred through the activities carried out and the relationship Biology / Mathematics was visible. It was found that activities outside of the classroom environment and using technological resources as a support tool, students show up enthusiastic and work without complaints. With the activities emerged mathematical content, such as graphics, rule of three, set theory and percentage. The results show that when using the Mathematical Modeling in the classroom, students interact, if motivate learning and contents are meaningless. Through the use of this methodology, there are conditions of discussing, proposing analysis and reflections related to the everyday reality of the students, so that this fact can be brought into the classroom in Biology, in Mathematics or in any other discipline.

Keywords: Mathematical Modeling. Biology. Leishmaniasis. High School. Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de demonstração da aproximação entre Biologia e Matemática.....	24
Figura 2 - Localização da cidade de Rubim - MG em relação às cidades circunvizinhas.....	55
Figura 3 - Imagem de parte da Cidade de Rubim – MG (2011).....	55
Figura 4 - Cidade de Rubim – MG (2014)	56
Figura 5 - Parte interior da Escola Estadual Walmir Almeida Costa – Rubim/MG (2015).....	57
Figura 6 - Texto com a diferença entre Leishmaniose Visceral e Tegumentar	67
Figura 7 - Texto manuscrito sobre Leishmaniose Visceral e Leishmaniose Tegumentar	68
Figura 8 - Estudo dirigido (PARTE 1)	70
Figura 9 - Estudo dirigido (PARTE 2)	71
Figura 10 - Gráfico comparativo de óbito por Leishmaniose Visceral na região Sudeste (2009 a 2013)	77
Figura 11- Comparativo da leishmaniose no Brasil (TEXTO 1)	78
Figura 12 - Comparativo da leishmaniose no Brasil (TEXTO 2).....	79
Figura 13 - Depoimento de aluno, relacionado à atividade desenvolvida	80
Figura 14 - Roteiro criado por alunos para realização de entrevista com a comunidade	82
Figura15 - Quadro organizado por alunos, a partir de dados obtidos em entrevista com a comunidade.....	84
Figura 16 - Quadro de dados da pesquisa com a comunidade, criado por alunos.....	85
Figura 17 - Quadro e gráfico construído pelos alunos do 2º ano do Ensino Médio.....	87
Figura 18 - Quadro e gráfico com dados da pesquisa realizada pelos alunos	88

Figura 19 - Quadro e gráfico criado por alunos, com dados da comunidade	89
Figura 20 - Depoimentos do aluno A10 relacionados às atividades do sétimo encontro	91
Figura 21 - Gráfico representando a evolução da leishmaniose em Rubim-MG (2010-2014), elaborado por alunos	94
Figura 22 - Texto da interpretação dos gráficos, produzido por alunos	95
Figura 23 - Texto da análise dos índices calculados sobre a leishmaniose em Rubim-MG, escrito por alunos do 2º ano do Ensino Médio	99
Figura 24 - Problema elaborado por alunos, relacionado à teoria dos conjuntos	103
Figura 25 - Problema 1, elaborado por alunos, com regra de três	105
Figura 26 – Problema 2, elaborado por alunos, com regra de três	106
Figura 27 - Problema 3, elaborado por alunos, com regra de três	107
Figura 28 - Problema de cálculo da dosagem de remédio para leishmaniose	109
Figura 29 - Cálculo da dosagem de remédio para leishmaniose.....	110
Figura 30 - Conversão de concentração de uma solução em porcentagem (%) para mg/ml, realizada por alunos do 2º ano do Ensino Médio	112
Figura 31 - Depoimento de aluno relacionado ao desenvolvimento de atividades	112
Figura 32 - Rascunho do <i>folder</i> idealizado por alunos	114
Figura 33 - <i>Folder</i> com ideias sensibilizadoras, rascunhado por alunos	115
Figura 34 - Proposta de controle da leishmaniose para o município de Rubim-MG	117
Figura 35 - <i>Folder</i> criado por alunos, com recurso tecnológico (<i>FOLDER 1</i>).....	118
Figura 36 - <i>Folder</i> criado por alunos, com recurso tecnológico (<i>FOLDER 2</i>).....	119
Figura 37 - Depoimento de aluno relativo à construção do <i>folder</i>	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atividades desenvolvidas na pesquisa	62
Quadro 2 - Questões sobre a leishmaniose elaboradas pelos alunos	73
Quadro 3 - Cálculos de índices e taxas da ocorrência da leishmaniose em Rubim	97
Quadro 4 - Depoimentos sobre cálculo dos índices da leishmaniose	100
Quadro 5 - Depoimentos dos alunos relacionados à intervenção realizada.....	123

SUMÁRIO

1 CONTEXTUALIZANDO A PESQUISA	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 Leishmaniose	19
2.1.1 Leishmaniose visceral	20
2.1.2 Leishmaniose tegumentar	21
2.2 Biologia e Matemática - algumas relações possíveis	22
2.3 Modelagem Matemática	29
2.4 Estado da Arte.....	38
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	51
4 INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA, RESULTADOS E ANÁLISE.....	63
4.1 Encontro 1	64
4.2 Encontro 2.....	66
4.3 Encontro 3.....	73
4.4 Encontro 4.....	76
4.5 Encontro 5.....	81
4.6 Encontro 6.....	83
4.7 Encontro 7.....	86
4.8 Encontro 8.....	92
4.9 Encontro 9.....	93
4.10 Encontro 10.....	96
4.11 Encontro 11.....	102
4.12 Encontro 12.....	108
4.13 Encontro 13.....	113

4.14 Encontro 14	117
4.15 Encontro 15	121
4.16 Análise das Atividades.....	126
5 REFLEXÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	138
6 REFERÊNCIAS.....	142
7 APÊNDICES.....	153
8 ANEXOS	163

1 CONTEXTUALIZANDO A PESQUISA

Esta dissertação é a descrição e análise de uma pesquisa realizada por meio de intervenção pedagógica relacionada com a Biologia, área da minha formação, que é graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, concluída no ano 2000, com habilitação em Biologia.

Tenho histórico de longo tempo de trabalho na docência, mais precisamente, desde o ano 1993. Antes mesmo da conclusão da graduação eu já trabalhava em uma escola estadual em Rubim/MG, com autorização da Secretaria de Estado de Minas Gerais, por haver falta de profissionais graduados no município. Esse trabalho como docente perpassava por diversas disciplinas, tais como: Matemática, Língua Portuguesa, Física, Estatística, Biologia, Ciências, o que me levou a experiências diferentes e reflexões sobre o papel do professor no processo educacional.

No ano de 2002, por meio de concurso público, me tornei docente efetivo em duas escolas nesse município, uma de Ensino Fundamental e outra de Ensino Médio. Por atuar em dois níveis de ensino, os desafios da docência me impulsionaram na busca de recursos metodológicos que contribuíssem para a aprendizagem dos alunos. Assim, busquei cursos de especialização *lato sensu*. Concluí cursos de pós-graduação em Docência do Ensino Superior pela Universidade Cândido Mendes – UCAM, em Ciências Biológicas pela Faculdade do Noroeste de Minas - FINOM e, Biotecnologia, pela Universidade Estadual de Maringá – UEM. A conclusão desses cursos levou-me a percepções significativas relativas à prática docente em sala de aula.

Outros aspectos relativos ao processo educacional surgiram como desafios: exercer a função de vice-diretor e de diretor de escola. Estas experiências possibilitaram ver o professor com outra visão, ou seja, com a visão da gestão, o que levou a agregar novos conhecimentos e outras reflexões sobre o trabalho docente. Também vieram outras oportunidades de atuação na docência. Realizei trabalhos na Educação Superior, em cursos de formação de professores na Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC e na Faculdade do Noroeste de Minas - FINOM. Estes cursos permitiram trocas muito ricas de experiências. Atuei também como orientador de aprendizagem em curso profissionalizante, numa parceria da Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais, Fundação Roberto Marinho e Instituto Paula de Souza. Outro trabalho importante foi realizado no âmbito da Educação de Jovens e Adultos, através do Instituto Yara Tupynambá, no Projeto Travessia.

Considerando que esses trabalhos consistiam numa experiência de significado no exercício da docência, despertei-me a realizar um curso de nível de mestrado. Optei pelo Mestrado em Ensino de Ciências Exatas por acreditar que cursar o referido Mestrado era uma possibilidade de contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem dos alunos das escolas nas quais sou professor, além de ser uma oportunidade de refletir sobre a minha prática e buscar compreender as questões ligadas ao ensino de Matemática e de Biologia. Assim, optei pela linha de pesquisa Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências e Matemática.

Levando em consideração essa linha de pesquisa, que tem como foco o estudo de metodologias e recursos para o ensino, busquei realizar um trabalho com a disciplina Biologia, que apresenta conteúdos relacionados a outras disciplinas do currículo das escolas de educação básica. Focando diretamente na disciplina de Biologia, observei que existem conteúdos que são estudados utilizando conceitos matemáticos, mas percebi que essa relação entre a Biologia e a Matemática às vezes não é pontuada com intensidade e deixa de ter um significado real para os alunos.

Nesse contexto, a questão da integração entre as diversas áreas do saber é

importante para o educando construir seu conhecimento. Pensando nisso e direcionando para o ensino de Biologia, busquei resposta para a questão: Quais as implicações do uso da Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem acerca da Leishmaniose no Ensino Médio?

Assim, a Modelagem Matemática foi utilizada para estudo da Leishmaniose, como recurso metodológico possível de contribuir para aprendizagem dos alunos. Nessa perspectiva, os alunos foram colocados frente a situações reais do cotidiano, trazidas para o espaço escolar como conteúdo a ser estudado.

Pensando na possível relação entre Matemática e Biologia, desenvolvi o trabalho pedagógico com alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual do Município de Rubim/MG. Para a elaboração da intervenção pedagógica, inicialmente foram realizadas, no mês de abril de 2015, observações nas turmas do 2º ano do Ensino Médio da escola onde foi desenvolvida a pesquisa. Busquei conhecer os possíveis problemas de aprendizagem dos alunos das turmas do 2º ano a fim de selecionar temas que fossem pertinentes para a pesquisa.

Como a Escola oferecia o 2º ano do Ensino Médio em três turmas, optei por uma das turmas, considerando os resultados apresentados pelos alunos. Nessa turma, observei dificuldades em relação ao conhecimento de conceitos importantes de Biologia, como aqueles relacionados com o ciclo de vida dos protozoários. Para a definição do tema, pensei em algumas situações relacionadas com a aprendizagem dos alunos. As situações pensadas por mim foram organizadas em um questionário para auxiliar na decisão do tema norteador da pesquisa realizada (APÊNDICE A).

O questionário foi disponibilizado na turma escolhida e, a partir das respostas apresentadas pelos alunos naquele questionário, percebi que, em relação à Biologia, havia interesse pelas questões da saúde, pois citaram a doença leishmaniose, recorrente na cidade de Rubim/MG. Notei, ainda, acerca da disciplina Biologia, que havia falta de conhecimento mais detalhado relativo à protozoose leishmaniose e suas implicações para uma população. Os alunos demonstraram também ter interesse por conteúdos da Biologia relacionados à resolução de problemas, representações gráficas, dentre outros.

Considerando o interesse dos alunos, decidi utilizar a Modelagem Matemática como metodologia de ensino para o desenvolvimento da intervenção pedagógica, pois, segundo Burak (1992), a Modelagem Matemática [...] “constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é estabelecer um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões” (BURAK, 1992, p. 62). Diante desse contexto, e tendo presente que na modelagem o professor trabalha com aproximação da realidade do aluno, pensei que, utilizando a Modelagem Matemática, a aprendizagem dos alunos poderia ser mais efetiva, havendo maior interesse e motivação por parte deles ao desenvolver a intervenção que estava relacionada ao seu dia a dia.

Segundo Quartieri (2012), ao propor um trabalho de Modelagem Matemática em que os alunos podem escolher o tema de seu interesse para pesquisar, o professor deve considerar as falas, atitudes e expressões dos alunos para escolha dos temas. Desse modo, optei pela Modelagem Matemática, por proporcionar aos alunos possibilidade de autonomia na escolha do tema e oportunidade de serem ativos na sua aprendizagem.

O tema desta pesquisa consistiu no uso de Modelagem Matemática para auxiliar no ensino e na aprendizagem acerca da Leishmaniose, no Ensino Médio. Em relação aos objetivos da pesquisa, busquei, de modo geral, analisar as implicações do uso da Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem envolvendo o tema Leishmaniose. Especificamente, na investigação busquei:

- a) Desenvolver uma proposta de ensino com foco na Modelagem Matemática como alternativa metodológica de ensino para a disciplina de Biologia, utilizando o tema leishmaniose em turma do 2º ano do Ensino Médio;
- b) Identificar e explorar relações entre Biologia e Matemática, existentes no tema leishmaniose a partir do desenvolvimento de atividades pedagógicas;
- c) Sensibilizar os alunos para compreensão da importância de ações individuais e coletivas para prevenção e controle da leishmaniose.

Os objetivos foram pensados, visando buscar uma melhoria no ensino e na

aprendizagem. Acredito que, para melhorar a qualidade do ensino, é necessário que os professores reflitam e reorganizem a sua forma de trabalho. Entendo que, com o crescente desenvolvimento científico e tecnológico, o sistema de ensino requer profissionais com boa formação teórica e boa prática docente que atendam ao atual contexto educacional.

O atual contexto educacional requer profissionais com visão crítica e inovadora dos processos de ensino e aprendizagem. Vale dizer que é importante estar aberto a aprender mais sobre como ensinar com metodologias que estimulem a aprendizagem, e claro, sobre como compartilhar as descobertas e reflexões produzidas. Frente a isso, compreendi que o Ensino é busca. Compreendi que ensinar é indagar e se indagar, e a pesquisa, uma forma de constatar para poder fazer intervenção, para educar e se educar, uma forma de conhecer o que ainda não se conhece e comunicar aquilo que é novo (FREIRE, 1996).

Dentro do contexto de sociedade em transformação, observei que é importante uma revisão da prática docente. Assim, pensei ser necessário buscar e empregar novas metodologias, que talvez pudessem fazer uso de ferramentas de ensino e de aprendizagem. Quanto à relação entre a Biologia e a Matemática, percebi que a aproximação entre ambas tem se tornado mais comum nas últimas décadas. Em estudo, o autor Cohen¹ (2004) traz que essa relação pode até mesmo originar novos ramos na ciência. Assim, tornou-se importante a escolha do tema da pesquisa motivado pela sua relevância em tratar da aplicação da Matemática na Biologia.

Outro fator a destacar é que as demandas da sociedade contemporânea requerem que a escola revise suas práticas pedagógicas (BORGES; LIMA, 2007). Desse modo, essa revisão deve ocorrer a partir de conteúdos significativos para a aprendizagem dos alunos e, como ressaltam Borges e Lima (2007), deve-se eleger um conjunto de temas relevantes para o aluno, no sentido de contribuir para o aumento da sua qualidade de vida e para ampliar as possibilidades de interferir na comunidade da qual faz parte.

1 COHEN, J. E. Mathematics is Biology's next microscope, only better; Biology is Matematic's next Physics, only better (2004).

A partir do exposto, depreendo que essa reorganização exige que as estratégias metodológicas sejam repensadas, para que ocorra a superação da aula tradicional, só de exposição verbal, que pode não auxiliar na formação do aluno, no desenvolvimento da competência de construir e reconstruir os seus conhecimentos, utilizando-os para melhorar sua vida (PLIESSNIG; KOVALICZN, 2009).

Nessa perspectiva, utilizei a Modelagem Matemática, porque esta pode auxiliar a tornar o aluno mais crítico, por meio de temas do seu interesse e, extraídos da sua realidade. Também por entender que a modelagem é uma metodologia que fornece aproximações da realidade e pode ser explorada em sala de aula. Além disso, neste trabalho estabeleço relação entre conteúdos de Biologia e de Matemática numa situação de problema real, por meio do uso dessa metodologia.

Bassanezi (2010) expressa que a Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos que objetiva construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano, que ajudam na tomada de decisões. Vale ressaltar que há pontos a serem considerados para a utilização da modelagem. Um deles é que ela parte do interesse do grupo, e outro é que a obtenção das informações e dados ocorre no contexto de onde se origina esse interesse. Além disso, a modelagem diferencia-se de outras metodologias principalmente porque, tanto como ponto de partida das problematizações, como referência no cotidiano, não se trata apenas de uma simples contextualização, mas de um estudo sobre determinada situação real, com suas múltiplas e complexas variáveis, por meio da Matemática.

Na prática que realizei, os alunos colocaram-se como construtores do seu conhecimento com um estudo vinculado ao seu cotidiano, e eu fui levado a refletir sobre o meu papel de professor/educador. Assim, utilizei a metodologia da Modelagem Matemática, buscando encaminhar o aluno para uma transformação em um ser ativo, que interage com os colegas e com a comunidade em que vive.

Para o relato da pesquisa realizada e dos resultados obtidos, estruturei a presente dissertação em cinco capítulos, conforme descrevo na sequência. No primeiro capítulo, com o título “Contextualizando a Pesquisa”, faço uma abordagem relacionada às minhas experiências de trabalho como docente, aos motivos que me

impulsionaram a cursar o mestrado e à justificativa pela escolha do tema. Abordo, ainda, o problema investigado e os objetivos que nortearam a pesquisa, expondo a sua relevância para os processos de ensino e de aprendizagem.

No segundo capítulo, intitulado “Referencial Teórico”, apresento o aporte teórico que sustentou todo o trabalho. Neste capítulo, descrevo sobre a leishmaniose e explico algumas relações possíveis entre a Biologia e a Matemática. Faço, ainda, considerações acerca da Modelagem Matemática, em que descrevo um breve histórico, apresento conceitos e destaco a importância da utilização dessa metodologia em sala de aula relacionada à aprendizagem do aluno. Aponto trabalhos que são constituintes de portais acadêmicos relevantes e do portal da CAPES, com foco na Modelagem Matemática e na relação Biologia/Matemática.

Já no terceiro capítulo, que denominei de “Procedimentos Metodológicos”, trato das estratégias que me orientaram no desenvolvimento das ações da pesquisa. Descrevo a metodologia utilizada: o método dedutivo, a caracterização da pesquisa que foi qualitativa, exploratória, aplicada e estudo de caso. Apresento a delimitação da área de pesquisa, os instrumentos utilizados para a coleta e análise dos dados, além do delineamento organizado para a intervenção pedagógica.

No quarto capítulo, intitulado “Intervenção Pedagógica”, abordo cada aula ou encontro realizado com suas respectivas atividades, apresentando as análises efetivadas a partir dos resultados que emergiram, com aportes teóricos. Ainda neste capítulo exponho a análise geral dos resultados que emergiram na pesquisa.

No quinto capítulo, “Reflexões e Considerações Finais”, relato considerações e conclusões relativas à utilização da Modelagem Matemática para estudo do tema leishmaniose relacionando Biologia e Matemática nos processos de ensino e aprendizagem no 2º ano do Ensino Médio. Na sequência, apresento as referências utilizadas para sustentação teórica desta pesquisa, os apêndices e anexos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, exponho os pressupostos teóricos que sustentaram a pesquisa que teve a Leishmaniose como tema desenvolvido em atividades de Modelagem Matemática. Desse modo, faço primeiramente uma apresentação da protozoonose, relatando pontos que a caracterizam de forma sintetizada. Após, trago ideias de alguns autores sobre o ensino da Biologia e da Matemática e suas possíveis relações. E, por fim, discuto sobre a Modelagem Matemática.

2.1 Leishmaniose

“As leishmanioses são consideradas primariamente como zoonoses podendo acometer o homem, quando este entra em contato com o ciclo de transmissão do parasito, transformando-se em uma antropozoonose” (BRASIL, 2003, p. 9). Segundo o Ministério da Saúde, na atualidade, encontra-se entre as seis endemias consideradas prioritárias no mundo. Os parasitos causadores das leishmanioses são as *leishmanias*.

Em conformidade com Silva (2003, p. 13), “as *leishmanias* são protozoários patogênicos para o ser humano e animais”. A leishmaniose é uma antropozoonose considerada um sério problema de saúde pública mundial. Segundo o autor, a doença humana apresenta duas formas: a leishmaniose tegumentar americana (clássica úlcera de Bauru) e a visceral (Kalazar ou Calazar).

A intervenção abordou o estudo dessa protozoonose, por isso caracterizo as duas formas, brevemente, a seguir.

2.1.1 Leishmaniose visceral

“A Leishmaniose Visceral, conhecida pelo nome calazar, é uma doença sistêmica grave”. O calazar é causado pelo parasita denominado *Leishmania chagasi*, que “é transmitido por um flebotomíneo do gênero *Lutzomyia*” (JÚNIOR RAPOSO, 2008, p. 18). Segundo o autor, a Leishmaniose provoca úlceras progressivas cutâneas que, por sua vez, podem se alastrar para as mucosas da boca, do nariz e da faringe. Pode ser acompanhada de febre recidivante e necrose do nariz e lábios. A leishmaniose do tipo visceral é de alta letalidade, podendo levar a um comprometimento de órgãos como o fígado, baço, pulmão e medula óssea. Nesse aspecto, o Ministério da Saúde esclarece que:

Os vetores da leishmaniose visceral são insetos denominados flebotomíneos, conhecidos popularmente como mosquito palha, tatuquiras, birigui, entre outros. No Brasil, duas espécies, até o momento, estão relacionadas com a transmissão da doença *Lutzomyia longipalpis* e *Lutzomyia cruzi*. A primeira espécie é considerada a principal espécie transmissora da *L. (L.) chagasi* no Brasil e, recentemente, *L. cruzi* foi incriminada como vetora no Estado de Mato Grosso do Sul (BRASIL, 2003, p. 14).

Apesar de haver um conhecimento popular da denominação dos flebotomíneos, como é relatado pelo Ministério da Saúde, ainda há desconhecimento acerca da gravidade da doença. Segundo Genari (2009), a Leishmaniose Visceral (LV) é uma doença crônica grave, com alta incidência que, quando não tratada, resulta em morte na maioria dos casos, constituindo um crescente problema de saúde pública. “É considerada uma das prioridades pela Organização Mundial de Saúde devido à expansão da área de abrangência e aumento significativo do número de casos de LV” (GENARI, 2009, p. 10).

Em Minas Gerais, “apesar de a leishmaniose ser endêmica nas regiões do Vale do Mucury e Vale do Rio Doce, tem-se verificado nos últimos anos sua adaptação aos ambientes urbanos” (JÚNIOR RAPOSO, 2008, p. 18). O autor explicita que no Sudeste brasileiro a doença foi descrita primeiramente no Estado de Minas Gerais. “O primeiro caso aparentemente autóctone foi de um paciente da região de Montes Claros” (JÚNIOR RAPOSO, 2008, p. 54). O autor expressa que, a partir de 1950, os casos começaram a se espalhar por vários Estados brasileiros.

Para Bevilacqua *et al.* (2001), essa zoonose foi caracterizada como endemia rural, associada às condições precárias de vida, porém, atualmente encontra-se em processo de expansão e urbanização. Conforme registra Júnior Raposo (2008, p. 56), “a incidência da Leishmaniose nas áreas urbanas é tida por vários especialistas como grave, baseando-se no fato de que a doença se expande de forma muito rápida quando é introduzida numa área não endêmica”.

O Centro de Zoonoses de Belo Horizonte explica que a Leishmaniose é típica de ambiente fisiográfico composto por vales e montanhas, onde se encontram os chamados boqueirões e pés-de-serra. Relata ainda que as transformações no ambiente, provocadas pelo intenso processo migratório, por pressões econômicas ou sociais, a pauperização consequente de distorções na distribuição de renda, “o processo de urbanização crescente, o esvaziamento rural e as secas têm acarretado a expansão das áreas endêmicas e o aparecimento de novos focos” (JÚNIOR RAPOSO, 2008, p. 56). Os novos focos são originados a partir do aumento das fontes de infecção.

O Ministério da Saúde enfatiza que, na área urbana, o cão (*Canis familiaris*) é a principal fonte de infecção. “A enzootia canina tem precedido a ocorrência de casos humanos e a infecção em cães tem sido mais prevalente do que no homem”. (BRASIL, 2003, p. 14). No ambiente silvestre, os reservatórios são as raposas (*Dusicyon vetulus* e *Cerdocyon thous*) e os marsupiais (*Didelphis albiventris*).

2.1.2 Leishmaniose tegumentar

Segundo Silva e Cunha (2007, p. 516), a leishmaniose tegumentar americana (LTA) “é uma doença infecciosa causada por protozoário do gênero *Leishmania* e transmitida por flebotomíneos da família *Psychodidae* e ocupa o segundo lugar entre as protozoonoses transmitidas por vetores no Brasil, superada apenas pela malária”. Os autores explicitam que a lesão cutânea clássica corresponde à ulceração de bordas elevadas, endurecidas e de fundo com tecido de granulação. A lesão pode evoluir para a forma mucosa por disseminação hematogênica ou linfática do parasita. Silva e Cunha (2007) expressam que a Leishmaniose Tegumentar Americana - LTA tem sido notificada em todos os Estados

do Brasil, tendo ocorrido aumento expressivo do número de casos nas últimas décadas.

Uma observação importante realizada por Silva (2003) é que a leishmaniose tegumentar americana é considerada pela Organização Mundial de Saúde uma das seis doenças infecciosas de maior importância, com distribuição ampla no continente americano. “No Brasil, as regiões mais atingidas são: Nordeste, Norte e alguns Estados da Região Sudeste” (SILVA, 2003, p.14). Quanto às manifestações clínicas da leishmaniose tegumentar americana, o autor argumenta que estas compreendem amplo espectro de doença cutânea e/ou mucosa.

Já sobre as manifestações cutâneas, relata que vão desde lesão ulcerada única até múltiplas e disseminadas, nodular não ulcerada e, mais raramente, cutâneo-difusa. Explica que as características dessa forma da doença dependem da espécie de *Leishmania* infectante e da resposta imune do hospedeiro. Afirma ainda que “as lesões cutâneas podem persistir durante meses e em alguns casos durante anos. Pode ocorrer cura espontânea, deixando cicatriz circular ou elíptica, com atrofia da pele, de aspecto pegamináceo e hipopigmentada” (SILVA, 2003, p. 14).

Caracterizadas as duas formas da leishmaniose, na sequência, faço relação entre Biologia e Matemática, ponto importante no desenvolvimento das atividades de estudo da protozoonose.

2.2 Biologia e Matemática – algumas relações possíveis

Nesta seção, exponho as ideias de alguns autores que estudam a relação Biologia/Matemática, um dos focos da minha investigação.

De acordo com Marandino *et al.* (2009), a palavra “Biologia” foi cunhada no início do século XIX. Ainda segundo o autor, existem argumentos de outros autores que trazem que procedimentos experimentais em Biologia são capazes de produzir dados representados e interpretados matematicamente que garantem a objetividade e o caráter científico nas Ciências Biológicas. Discorrem que, em 1910 ocorreram os trabalhos pioneiros em genética de populações que erigiram, por exemplo, as bases para que a Evolução fosse modelada quantitativamente. Acrescenta que os modelos

matemáticos empregados pelos pesquisadores desempenharam papel fundamental e ganharam prestígio nas Ciências Biológicas.

Reforçando o exposto, Ávila (2010, p. 7), enfatiza: “Mais recentemente, os avanços da Biologia Molecular, alicerçados em ideias matemáticas, abrem perspectivas de progressos até algumas décadas sequer sonhados sobre os mistérios da vida, sobre a diversidade das espécies e sobre a engenharia genética”. Os conhecimentos das Ciências Biológicas estão em nosso cotidiano, sendo muitos os temas que circulam pela escola, trazidos pelos alunos ou apresentados na forma de propostas introduzidas pelos professores (MARANDINO *et al.*, 2009).

Como ciência, a Biologia trabalha com análise e interpretação de dados obtidos a partir dos fenômenos biológicos que podem ser matematizados. As diversas ideias que contribuem para organizar o pensamento biológico moderno possibilitam essa integração com outras disciplinas. Nesse sentido, Sá (2012, p. 33) afirma que “modelos matemáticos estão ajudando a responder a questões complexas das biociências; a Biologia Matemática nasce com promessas de renovação e o desafio de integrar áreas tão díspares”.

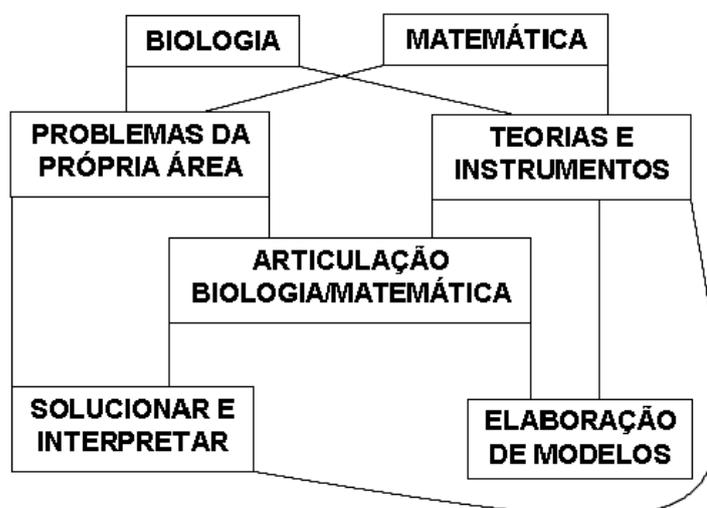
De acordo com a Proposta Curricular de Biologia do Estado de Minas Gerais (2008), que apresenta os conteúdos básicos comuns, a inserção da Biologia na área da Matemática, Ciências da Natureza e suas Tecnologias sinalizam que além do conhecimento científico disciplinar, deve ser buscada integração dos diferentes saberes que constituem as disciplinas de Matemática, Física, Química e Biologia, de modo a promover competências que sirvam para intervenções e julgamentos. Nessa proposta está destacado que “uma Biologia teórica, matematizada, está hoje na raiz de boa parte dos estudos biológicos” (MINAS GERAIS, 2008, p.12). Por exemplo, todas as teorias recentes sobre evolução são formalizadas matematicamente.

Fazendo um paralelo entre Matemática e Biologia, temos que, ao pensarmos em Matemática, normalmente pensamos em números, expressões algébricas, problemas de geometria, demonstrações e exercícios desafiadores que exigem interpretação abstrata (PIQUEIRA; NAHAS, 2011). Quanto à Biologia, vêm-nos à mente as questões relativas à vida e seu funcionamento, que vão das biomoléculas aos ecossistemas. “À primeira vista, são disciplinas sem ligação” (PIQUEIRA;

NAHAS, 2011, p. 289). Aparentemente as Ciências Exatas são incompatíveis com a imprevisibilidade e a complexidade inerentes aos processos biológicos. Mas Piqueira e Nahas (2011) afirmam que “a Matemática tem se constituído numa ferramenta que auxilia sobremaneira a descrição e a compreensão dos problemas ligados às Ciências Biológicas” (PIQUEIRA; NAHAS, 2011, p. 289).

Corroborando com o exposto por Piqueira e Nahas (2011), Silva Júnior (2008, p. 15) traz que, “ainda que Biologia e a Matemática situem-se em diferentes campos de estudo separados pela evolução do conhecimento científico, elas guardam entre si possibilidades de ações articuladoras dos seus saberes [...]”. Para uma melhor compreensão dessa relação, o autor apresenta um esquema que demonstra a aproximação possível entre a Biologia e a Matemática, quando esta última serve de instrumento de análise da primeira (FIGURA 1).

Figura 1- Esquema de demonstração da aproximação entre Biologia e Matemática



Fonte: Silva Júnior (2008).

Na leitura do esquema apresentado, pode-se observar que a Biologia trabalha com problemas próprios da área, mas articula com a Matemática, utilizando-se das teorias e instrumentos matemáticos. A partir dessa articulação são elaborados os modelos que vão possibilitar solucionar e interpretar os problemas

biológicos. Nesse aspecto, e para melhor compreensão do esquema, Silva Júnior (2008) enfatiza:

Ambas as Ciências têm suas teorias e formas de tratar as questões da própria área. A relação entre a Matemática e a Biologia dá-se pelo fato da primeira poder servir de apoio à segunda na resolução de situações durante uma pesquisa, na interpretação e na representação de resultados. A Matemática, com suas teorias e metodologias próprias, aproxima-se da Biologia na elaboração de modelos capazes de solucionar problemas e interpretar situações, podendo favorecer ações articuladoras no tratamento de temas que momentaneamente sejam comuns às duas Ciências (SILVA JÚNIOR, 2008, p. 26).

Frente ao exposto, fica entendido que é por meio dos modelos matemáticos que ocorre o favorecimento da articulação entre a Biologia e a Matemática. Segundo Soares (2013), a Biologia é uma ciência que possui fenômenos complexos, em geral, e cujas variáveis, frequentemente, assumem um comportamento aleatório sensível às pequenas mudanças. Discorre que, apesar disso, matemáticos e biomatemáticos possuem interesse pela elaboração de modelos matemáticos para esses fenômenos, pois esse trabalho auxilia no desenvolvimento e aprendizado da própria Matemática. Nesse sentido, para a autora,

os modelos matemáticos contribuem com a Biologia, na medida em que auxiliam no entendimento de relações existentes em seus fenômenos, na sua evolução e na tomada de decisões. Por outro lado, a Biologia contribui para o desenvolvimento da Matemática, uma vez que novos conceitos e teorias matemáticas podem ser elaborados para lidar com fenômenos biológicos que não possam ser tratados com o ferramental matemático existente. Deste modo, “ambas as ciências trazem contribuições uma para a outra” (SOARES, 2013, p. 3).

Desse modo, pode ser dito que a Biologia e a Matemática se relacionam em várias situações da vida. Para Fiori e Cecco (2012, p. 11), “a Matemática e a vida são intrínsecas”. Pode-se encontrar a Matemática na divisão exata das células e no número preciso de cromossomos em cada uma delas, e até na beleza das formas na natureza.

Desde muito tempo, os matemáticos do mundo todo procuram uma possível matemática que represente os fatos e fenômenos da natureza. Bassanezi (2011) afirma que questões básicas de Biologia têm sido resolvidas, da mesma forma que novas linhas de pesquisa em Matemática estão surgindo e adquirindo vida própria.

Para o autor, esses novos conceitos matemáticos emergiram a partir da necessidade de resolver problemas da Biologia que “poderíamos designar de matemática biológica, já que, em muitos casos, devem os seus conceitos básicos à Biologia Teórica” (BASSANEZI, 2011, p. 4).

Ainda nessa linha de pensamento, o americano Joel E. Cohen, da Universidade *Rockefeller*, nos Estados Unidos, no artigo publicado em 2004 na revista *PLoS Biology*, afirmou que a Matemática se coloca como o novo microscópio da Biologia, só que melhor, e que a Biologia será a nova Física da Matemática, só que melhor. Ou seja, além de os modelos matemáticos proporcionarem novo poder de resolução para as análises biológicas, “as perguntas das ciências da vida acabarão moldando uma nova base para a Matemática” (SÁ, 2012, p. 33).

Sobre essa relação entre Biologia e Matemática, Cohen (2004) salienta que a Matemática pode auxiliar a Biologia a compreender fenômenos de grande dimensão, como interações ecológicas na biosfera; de dimensão diminuta, como a estrutura biomolecular de um organismo; muito lentos, como o processo de macroevolução; muito rápidos, como o processo fotossintético; muito antigos, como as primeiras extinções; ou muito complexos, como o funcionamento do encéfalo humano.

Cohen (2004) também relata alguns exemplos de trabalhos científicos em que os pesquisadores utilizaram aplicação da Matemática no estudo de problemas biológicos, tais como: estrutura etária de populações estáveis (EULER, 1760); equação logística para crescimento populacional limitado (VERHULST, 1838); processos de nascimento e morte (YULE, 1925; KENDALL, 1948, 1949); distribuição para estimativa da taxa de mutação em bactérias (LURIA; DELBRÜK, 1943); equação de difusão para frequência gênica (KIMURA, 1994); gráficos de intervalo circular, estrutura genética fina (BENZER, 1959); genealogia de populações (KINGMAN, 1982), dentre outros.

A função da Matemática aplicada à Biologia, segundo Pessoa (2014, p.13) “é explorar a relação natural que existe entre Biologia e Matemática”. Para o autor, na Biologia surgem problemas complexos e a Matemática busca caminhos para interpretá-los, já que, “quando se começa a aplicar Matemática à Biologia, o

problema é posto em palavras, não há fórmulas” (PESSOA, 2014, p. 13). Salieta também que o profissional deve falar o que está querendo investigar, transpondo o problema da linguagem coloquial para a linguagem matemática e vice-versa. “Esta tarefa não é fácil, mas é de grande importância” (Ibidem).

Em conformidade com o que foi exposto, retomo aqui a questão do ensino. Dada a importância da ciência e da tecnologia em nossa sociedade, espera-se que o ensino de ciências possa promover uma compreensão acerca do que é e de como o conhecimento científico interfere em nossas relações com o mundo natural, com o mundo construído e com as outras pessoas. Espera-se que o ensino de ciências aborde princípios científicos mais gerais e, também, aplicações tecnológicas. Segundo Bassanezi (2010, p. 15), para que seja desenvolvido um novo modelo de educação, mais comprometido com a realidade dos indivíduos e sociedades, “necessitamos lançar mão de instrumentos matemáticos inter-relacionados a outras áreas do conhecimento humano”.

Considerando a Matemática no ensino de Biologia, torna-se necessário que o professor adquira certa sensibilidade para situações e discussões que trazem a relação entre Matemática e Biologia. Pode ser construída, progressivamente, uma base que habilite os aprendizes para as aplicações mais frequentes da Matemática dentro da Biologia e vice-versa. Os sistemas biológicos podem ser modelados, abstraídos e equacionados em linguagem simbólica para que os alunos compreendam e aprendam biológica e matematicamente.

Nesse contexto, a Modelagem Matemática pode ser importante. Para Dal Cortivo *et al.* (2003), a prática das Ciências Exatas aplicadas aos estudos de Ciências Biológicas está crescendo de forma progressiva e como uma importante ferramenta para estudos empíricos. Os autores ressaltam que a Modelagem Matemática é importante para quantificação, qualificação, observação e predição de fenômenos, tais como doenças e comportamentos, dentre outros. Assim, há necessidade de que a modelagem seja pensada como possibilidade de ensino e de aprendizagem de conteúdos que têm conexão com a Matemática.

Segundo Chaves e Espírito Santo (2011, p. 169), a Modelagem Matemática deve ser pensada como

um processo gerador de um ambiente de ensino e aprendizagem, no qual os conteúdos matemáticos podem ser conduzidos de forma articulada com outros conteúdos de diferentes áreas do conhecimento, contribuindo, dessa forma, para que se tenha uma visão holística (global) do problema em investigação.

Essa ideia de trabalhar conteúdos matemáticos relacionados a conteúdos de áreas diferentes é interessante. Conforme os autores, por meio da Modelagem Matemática pode ser estabelecida essa articulação, pois já está compreendido que a matemática é relevante para resolver questões biológicas.

Nessa perspectiva, Sá (2012) destaca que é cada vez maior o número de perguntas do mundo da Biologia, cujas respostas encontram-se no universo matemático. Salaria que estudos trazem a modelagem como uma das maneiras de sintetizar informações, quantificar incertezas e gerar novos conhecimentos. De acordo com Soares (2013), a Matemática passa a ter outro *status* à medida que os estudantes interpretam informações relativas a um fenômeno biológico que lhes foi fornecido a partir de um modelo matemático, estabelecendo relações entre as duas ciências.

Essa capacidade de relacionar a Matemática com outras áreas torna o conhecimento matemático mais interessante, útil e estimulante (QUARTIERI; KNIJNIK, 2012). Para Borba e Skovsmose (2001), é importante compreender que estabelecer relações entre a Matemática e outras áreas científicas não significa apresentar a Matemática como uma fonte de verdades ou certezas, mas dar conta de conhecer uma utilidade da Matemática para aquilo que é do seu interesse. Assim, acredita-se que poderão ser formados sujeitos para atuar ativamente na sociedade, com capacidade de analisar a forma como a Matemática é usada nos debates sociais (BARBOSA, 2004).

Uma vez expostas algumas relações possíveis entre Matemática e Biologia, e tendo utilizado a Modelagem Matemática como metodologia para o desenvolvimento das atividades desta pesquisa, torna-se importante caracterizá-la, o que faço na subseção a seguir.

2. 3 Modelagem Matemática

Frente ao exposto anteriormente, é válido esclarecer neste texto o conceito de Modelagem Matemática, bem como apresentar ideias dos autores estudados para embasar o trabalho desenvolvido.

Historicamente, de acordo com Biembengut (2009), o termo “Modelagem Matemática” aparece no início do século XX. A autora explica que o debate sobre modelagem na Educação Matemática, em alguns países da Europa e Estados Unidos, ocorre desde a década de 1960. Destaca também que nesses lugares a modelagem é entendida como uma aplicação prática dos conhecimentos matemáticos para a ciência e a sociedade.

Contudo, segundo Biembengut (2009, p. 10), aqui, “no Brasil, a Modelagem Matemática na educação aparece entre o final dos anos 1970 e o começo dos anos 1980”. Dentre os nomes que começaram esse movimento, na época, no país, estão Aristides Camargo Barreto, Ubiratan D’ Ambrósio e Rodney Carlos Bassanezi, João Frederico Mayer, Marineuza Gazzetta e Eduardo Sebastiani.

A partir desses autores, debates sobre como fazer um modelo matemático e como ensinar Matemática ajudaram a difundir esse tema no ensino brasileiro (BIEMBENGUT, 2009). A autora também afirma que Aristides Camargo Barreto tomou conhecimento da Modelagem Matemática quando cursou engenharia na década de 1960. Destaca, ainda, que “a ideia de usar modelagem em Educação Matemática começou mesmo na metade dos anos 1970, na PUC/Rio, quando Barreto passou a atuar como professor nesta Instituição” (BIEMBENGUT, 2009, p. 11).

Em seu trabalho realizado na PUC/RIO, Barreto sempre procurou utilizar-se de modelos matemáticos como estratégia de ensino nas disciplinas de Fundamentos da Matemática Elementar e Prática de Ensino da Licenciatura em Matemática e de Cálculo Avançado para engenheiros em programas de Pós-Graduação. Junto com estudantes, elaborou vários modelos em áreas específicas como Linguística, Ecologia e Biologia (BIEMBENGUT, 2009).

Corroborando com Biembengut (2009), Silveira e Caldeira (2010, p. 1) afirmam que “o ato de modelar matematicamente passou a ser pesquisado no Brasil

como uma possibilidade para o ensino e a aprendizagem da Matemática” a partir da década de 70. Outro precursor de relevância é Rodney Carlos Bassanezi, que, segundo Biembengut (2009), conheceu a modelagem por meio da Matemática Aplicada, na década de 1980. Bassanezi, ao coordenar um Curso para professores de Cálculo Diferencial Integral (CDI) de diversas Instituições de Educação Superior da região Sul do Brasil, com duração de uma semana, introduziu a modelagem seguindo a proposta de Aristides Camargo Barreto.

Os primeiros trabalhos que focaram a Modelagem como uma alternativa para o Ensino de Matemática foram elaborados na forma de dissertações e artigos a partir de 1987 (BURAK, 2004). Para o autor, o trabalho com a Modelagem Matemática, enquanto uma alternativa para o ensino de Matemática no Ensino Fundamental e Médio, teve início no ano de 1985, na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Campus de Rio Claro, SP.

A ideia não era apenas tratar da Matemática como uma ciência, mas como um processo capaz de ajudar o aluno a construir o conhecimento matemático valendo-se do interesse que o assunto poderia despertar, tornando-o autônomo, capaz de pensar e construir estratégias próprias para resolver as situações (BURAK, 2005, p. 36).

Essa ideia de que a Modelagem Matemática pode ajudar o aluno a se tornar autônomo, capaz de pensar e organizar meios para encontrar soluções para os possíveis problemas despertou o interesse de pesquisadores. De acordo com Biembengut (2009), atualmente, tem aumentado de forma significativa o número de pesquisas e relatos de experiências em sala de aula. Esses trabalhos são apresentados em eventos de Educação Matemática e na Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (que se realizam bianualmente desde 1999). Acrescenta que professores dos cursos de extensão, de pós-graduação e de cursos de formação de professores de matemática (licenciaturas) vêm incluindo ao currículo a modelagem no ensino como disciplina ou como parte do programa da disciplina Metodologia do Ensino da Matemática.

Biembengut (2009) destaca, ainda, que a modelagem também é tema de um dos grupos de pesquisa da Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM. Nesse sentido, há favorecimento da produção de monografias, dissertações, teses e

artigos acadêmicos, consolidando a modelagem, inclusive nos documentos oficiais de educação.

Após apresentar de forma breve o histórico da Modelagem Matemática, faço referência às concepções diferentes dos autores que embasaram a minha pesquisa. Na concepção de Barbosa (2008), uma atividade somente é considerada modelagem se for um problema para os estudantes. Barbosa (2001) expõe que a Modelagem Matemática é como “um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade” (BARBOSA, 2001, p. 6). Além disso, o autor comenta que:

[...] o ambiente de Modelagem está associado à problematização e investigação. O primeiro refere-se ao ato de criar perguntas e/ou problemas enquanto que o segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas. Ambas as atividades não são separadas, mas articuladas no processo de envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta. Nela, podem-se levantar questões e realizar investigações que atingem o âmbito do conhecimento reflexivo (BARBOSA, 2004, p. 3).

Essa definição expressa por Barbosa (2004), considera a Modelagem como ambiente que faz articulação entre problematização e investigação, mas outros autores têm também outras definições. Por exemplo, Biembengut (2003) define a Modelagem Matemática como um processo que envolve a obtenção de um modelo. Já Caldeira (2009) salienta que a Modelagem Matemática deve ser considerada não como um método de ensino e aprendizagem, cujo foco seria o como ensinar, mas como uma “concepção de educação matemática que incorpore proposições matemáticas advindas das interações sociais” (CALDEIRA, 2009, p. 38).

Entretanto, Bassanezi (2010, p. 20) explica que a Modelagem Matemática “é [...] um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”. Segundo o autor, a Modelagem Matemática é a arte de converter problemas reais em questões matemáticas e torná-los possíveis de interpretação. Nesse sentido, o autor afirma que “a Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (BASSANEZI,

2011, p. 16). Esses problemas, principalmente no campo educacional, podem partir do interesse do educando, para tornarem-se algo atrativo e motivador.

Ainda com a intenção de esclarecer sobre a Modelagem Matemática, acredito ser válido descrever outras inferências a esse respeito. Nesse sentido, Chaves e Espírito Santo (2011, p. 163) explicam que “o processo de Modelagem Matemática consiste na tradução/organização de situações problema provenientes do cotidiano ou de outras áreas de conhecimento segundo a linguagem simbólica da Matemática”, fazendo aparecer um conjunto de símbolos ou relações matemáticas, que procura representar ou organizar a situação-problema proposta, com vistas a compreendê-la ou solucioná-la.

Existem diferentes linhas de estudo que apresentam a Modelagem Matemática de diferentes formas. Os autores Burak (1992), Biembengut (2003) e Bassanezi (2010) consideram a Modelagem Matemática como uma estratégia de aprendizagem. Caldeira (2009), como uma concepção da educação matemática e Barbosa (2008), como um ambiente de aprendizagem da matemática.

Quartieri e Knijnik (2012, p. 12) explicam que “a Modelagem Matemática está diretamente relacionada à necessidade de privilegiar nas atividades curriculares a possibilidade de o aluno escolher temas relacionados com a sua realidade e interesse”. Essas autoras comentam que “a modelagem, sendo um processo, parte de uma situação/tema de interesse dos alunos na elaboração de questões sobre a situação, que seriam respondidas utilizando-se de ferramentas matemáticas” (QUARTIERI; KNIJNIK, 2012, p. 11).

Conforme o exposto, a modelagem vem oportunizar aos estudantes compreender fatos, conceitos ou eventos reais, desenvolvendo estratégias para resolução dos problemas e examinando sua veracidade. Empregam, para isso, sua criatividade, análise crítica e ferramentas matemáticas (BRASIL, 1998).

Contudo, segundo Chaves e Espírito Santo (2011, p.103), “a Modelagem Matemática não é de domínio exclusivo da disciplina Matemática ou de professores de Matemática”, mas vem sendo usada por professores de outras áreas do conhecimento. Isso ocorre toda vez que utilizam conhecimentos matemáticos para representar, compreender e obter uma solução aos problemas pelos seus

respectivos contextos de trabalho (CHAVES; ESPÍRITO SANTO, 2011).

Frente às concepções dos autores, a modelagem pode ser utilizada a partir do interesse do aluno e, conforme Jacobini (2004, p. 2), isso é vantajoso, “pois amplia sua motivação para o estudo e seu comprometimento com as tarefas interessantes ao trabalho de Modelagem”. “A Modelagem Matemática rompe com a forma usual de se trabalhar o ensino de Matemática na escola” (BURAK, 2004, p. 4).

Outro aspecto importante relacionado à utilização de Modelagem Matemática é apontado por D’Ambrósio (1989):

A Modelagem Matemática tem sido utilizada como uma forma de quebrar a forte dicotomia existente entre a matemática escolar formal e a sua utilidade na vida real. Os modelos matemáticos são formas de estudar e formalizar fenômenos do dia a dia. Através da Modelagem Matemática o aluno se torna mais consciente da utilidade da Matemática para resolver e analisar problemas do dia a dia. Esse é um momento de utilização de conceitos já aprendidos. É uma fase de fundamental importância para que os conceitos trabalhados tenham um maior significado para os alunos, inclusive com o poder de torná-los mais críticos na análise e compreensão de fenômenos diários (D’AMBRÓSIO, 1989, p. 3).

Sem dúvida, há necessidade de mostrar para o aluno que a Matemática aprendida na escola tem relação com a do dia a dia, ou seja, pode ser utilizada em situações reais. Para Veleda e Almeida (2010, p. 6), a Modelagem Matemática é:

Um meio de descrever e/ou estudar problemas da realidade; Um processo (ou ferramenta) para compreender a realidade; Um recurso didático que oportuniza tratar de problemas da realidade nas aulas de Matemática; Um ambiente de aprendizagem que oportuniza aos alunos investigar a realidade por meio da Matemática.

Tendo que a Modelagem é um meio para estudo da realidade, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), os chamados PCNs, registram que a Matemática é uma forma de conhecer e agir no mundo, usando o conhecimento proporcionado por essa área, para interagir no contexto social e cultural da sociedade. Nesse aspecto, Biembengut (2013) explicita que a modelagem está sendo utilizada no ensino de Matemática devido à apreensão, por parte dos professores, em esclarecer “os porquês” de ensinar Matemática.

Biembengut (2009) e Barbosa (2008) inferem a ideia de que a Modelagem Matemática é uma forma de interpretar o mundo, uma vez que se trata do estudo de

assuntos do cotidiano, traduzidos para linguagem matemática. “Modelagem é um processo muito rico de encarar situações e culmina com a solução efetiva do problema real e não com a simples resolução formal de um problema artificial” (D’AMBRÓSIO, 1989, p. 11).

Burak e Klüber (2008, p. 639) afirmam que “a Modelagem Matemática é uma tendência em Educação Matemática que tem diferentes concepções”. Inferem que a Modelagem Matemática “se orienta por dois princípios: 1) partir do interesse do grupo de pessoas participantes; e 2) os dados são coletados no ambiente de interesse do grupo” (BURAK; KLÜBER, 2008, p. 640).

Burak (2004) discorre que a Modelagem Matemática encontrou várias formas de ser trabalhada em sala de aula. Segundo o autor, essas formas diferentes de conceber a Modelagem Matemática refletem as experiências vividas por aqueles que a seguem e que, por sua vez, determinam características e percepções diferentes na aplicação da Modelagem. Em sua tese, Burak (1992) expressa entender a Modelagem Matemática como um “conjunto de procedimentos” utilizados para a busca de explicação matemática dos fenômenos presentes no cotidiano do ser humano.

Para Burak (1992), dentro de uma proposta de Modelagem Matemática, “o professor tem o papel de mediador da relação ensino-aprendizagem”, ou seja, é orientador do trabalho (BURAK, 1992, p. 292). Deve tirar as dúvidas, colocando novos pontos de vista com relação ao problema tratado. Mas o autor salienta também que “é preciso que o mesmo saiba que a modelagem segue alguns passos ou etapas”, e que essa metodologia necessita deixar em aberto alguns pontos, entre eles, “que os alunos sejam os autores dos trabalhos e que o professor seja o orientador dos projetos” (BURAK, 1992, p. 292-293).

O autor esclarece que, na forma de encaminhamento concebida pela Modelagem Matemática, enquanto estratégia para o ensino de Matemática na Educação Básica, o papel do professor se redefine. Para o autor, nessa metodologia

o papel do professor fica redefinido, pois ele passa a se constituir como mediador entre o conhecimento matemático elaborado e o conhecimento do aluno ou do grupo. Isso se diferencia do ensino usual em que, na maioria das vezes, o professor é o centro do processo (BURAK, 2004, p. 4).

Nessa visão, um ponto importante da modelagem é que o professor deixa de ser o centro do processo de construção do conhecimento do aluno. Burak (2005, p. 37) afirma que “trabalhar a Matemática, a partir do interesse do grupo ou dos grupos tornou-se o princípio para o trabalho com a Modelagem”. Ressalta que “a Modelagem Matemática, ao eleger o interesse do aluno como princípio, rompe com a forma usual de se deflagrar o processo de ensino na maioria das escolas” (BURAK, 2005, p. 43).

O autor ainda explicita que a definição do tema deve ser realizada juntamente com os estudantes, dando liberdade para que façam uso de suas estratégias, intuições e formas de pensar e agir perante uma problemática. Discorre que isso proporciona uma maior interação entre professor e alunos, em que o professor auxilia no desenvolvimento do trabalho. Ainda nesse sentido, afirma:

Na Modelagem Matemática não existe o modelo certo ou errado ou modelo verdadeiro ou falso; existe o modelo mais ou menos refinado, e isto é muito diferente de estar certo ou errado. Um modelo é mais refinado quando diz mais a respeito do objeto de estudo, quando é capaz de prever com maior exatidão, pois relaciona mais variáveis significativas do problema (BURAK, 1992, p. 314).

A partir do exposto, entendo que a modelagem vem como uma alternativa que possibilita dar significado ao estudo da Matemática. Não é a única ou a melhor forma de ensinar essa disciplina, mas se constitui numa alternativa de envolver o aluno na construção do conhecimento. Para Burak (2004, p. 4),

[...] a adoção da Modelagem Matemática, como uma alternativa Metodológica para o ensino de Matemática, pretende contribuir para que gradativamente se vá superando o tratamento estanque compartimentalizado que tem caracterizado o seu ensino, pois, na aplicação dessa metodologia, um conteúdo matemático pode se repetir várias vezes no transcorrer do conjunto das atividades em momentos e situações distintas.

Considerando que esta pesquisa utilizou a realidade e o interesse do aluno para ser representada matematicamente, optei pela concepção de Burak. Tal concepção foi seguida, porque esse autor utiliza o uso de problemas e situações da realidade e do interesse do aluno para representá-los em linguagem matemática. A minha opção também considerou que o autor explicita que o trabalho com modelos

matemáticos não constitui prioridade na perspectiva da Modelagem Matemática (BURAK, 2010).

Diversos autores fazem inferências quanto às etapas da Modelagem Matemática. Contudo, neste trabalho são apresentadas aquelas concebidas por Burak (1992), que a descreve, para fins didáticos, em cinco etapas: escolha do tema; pesquisa exploratória; levantamento dos problemas; resolução dos problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema; e análise crítica das soluções.

Burak (1992) descreve assim as etapas da modelagem:

a) Escolha do tema – é o momento em que o professor apresenta aos alunos alguns temas que possam gerar interesse, ou os próprios alunos sugerem um tema. Esses temas podem ser dos mais variados, uma vez que o escolhido não necessita ter nenhuma ligação imediata com a Matemática ou com conteúdos matemáticos, e sim, com o que os alunos querem pesquisar. Nesta fase o professor deve assumir a postura de mediador, pois deverá dar o melhor encaminhamento para que a opção dos alunos seja respeitada;

b) Pesquisa exploratória – nesta fase, após escolha do tema a ser pesquisado, os alunos devem ser encaminhados para a procura de materiais e subsídios teóricos dos mais diversos que possam conter informações e noções prévias sobre o que se quer desenvolver/pesquisar. A pesquisa pode ser bibliográfica ou contemplar um trabalho de campo, fonte rica de informações e estímulo para a execução da proposta;

c) Levantamento dos problemas – fase em que os alunos devem ser incentivados a fazer conjecturas sobre tudo que pode ter relação com a Matemática. Devem elaborar problemas simples ou complexos que permitam vislumbrar a possibilidade de aplicar ou aprender conteúdos matemáticos. Nesta fase o professor não se isenta do processo, mas se torna o “mediador” das atividades;

d) Resolução dos problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema – nesta fase, deve ocorrer a busca das respostas para os problemas levantados com o auxílio do conteúdo matemático. Este é desenvolvido de maneira acessível, levando em consideração o processo de construção do

conhecimento, para posteriormente ser sistematizado. Faz-se, então, um caminho inverso do usual, pois se ensina o conteúdo, para responder, concomitantemente, às necessidades surgidas na pesquisa e no levantamento dos problemas;

e) Análise crítica das soluções – é a fase marcada pela crítica, não apenas da Matemática, mas de outros aspectos, como a viabilidade das resoluções apresentadas, que muitas vezes são resolvíveis matematicamente, mas inviáveis para a situação estudada e para situações reais. Necessariamente, não é a análise de um modelo, mas dos conteúdos, dos seus significados e do que os alunos podem contribuir para a melhoria das ações e decisões enquanto pessoas integrantes da sociedade e da comunidade em que participam.

Quanto aos modelos, Burak (2010, p. 23) ressalta que, na Educação Básica, “os modelos podem ser construídos para expressar uma situação que enseja novos elementos ou alguma situação para a qual não se tem, ou não se conhece um modelo, então nesse caso, os modelos são construídos”. O autor ainda enfatiza:

Muitas vezes, nesse nível de ensino, um modelo simples que reproduza as características do fenômeno estudado, mesmo com uma matemática elementar é suficiente e, ainda tem que se levar em consideração o ferramental matemático disponível nesse período de escolarização. Outras vezes a confecção experimental de um modelo, nessa fase de escolarização é muito interessante e permite alcançar objetivos tais como: conjecturar, levantar hipóteses, experimentar, refletir, desenvolver a autonomia, a capacidade de buscar novas estratégias e encaminhamentos (BURAK, 2010, p. 23).

Conforme esse pressuposto, uma matemática elementar e um modelo simples servem para o estudo de um fenômeno, além disso, os modelos podem ser melhorados para representar uma situação qualquer da realidade.

No que se refere à publicação sobre a Modelagem Matemática, por ser uma metodologia importante nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática, já existem vários trabalhos publicados, muitas dissertações e artigos que trazem o tema. Alguns trabalhos até fazem relação da Matemática com outras disciplinas. A seguir, descrevo, de forma resumida, trabalhos encontrados em bancos de dados de relevância acadêmica, como o banco da CAPES e bancos de dados de Instituições superiores.

2. 4 Estado da Arte

Os trabalhos aqui descritos têm foco diferente da presente pesquisa, mas foram citados por trazerem a Modelagem Matemática como metodologia para o ensino e aprendizagem. O motivo de citá-los está relacionado também com o fato de não encontrar trabalhos que fazem menção direta com o tema em questão, ou seja, trabalhos relacionados com a leishmaniose e Modelagem Matemática.

Ressalto que foi realizada uma busca por trabalhos com referência à relação da Biologia e a Matemática a partir do ano 2000, mas foram selecionados trabalhos do período de 2008 a 2015. Utilizei para o Google Acadêmico os descritores relação entre Biologia e Matemática, Modelagem em Biologia, mas não encontrei trabalhos com essa temática. Encontrei um trabalho que faz parte das publicações da Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional que traz uma análise de um modelo compartimental para a transmissão de Leishmaniose.

Buscando nos anais de eventos e utilizando dos mesmos descritores citados, encontrei na Conferência Nacional de Modelagem na Educação Matemática – VIII CNMEM, Santa Maria - RS, um trabalho relacionando Biologia e Matemática por meio da análise de modelos matemáticos. Também encontrei nos anais do VI Colóquio Internacional de São Cristovão/SE um trabalho que tem como foco a importância da transdisciplinaridade entre Biologia e Matemática.

Já com relação à Modelagem Matemática, existem vários trabalhos. Saliento que não me preocupei com a quantificação do material encontrado, mas sim, em buscar trabalhos que tivessem importância para a minha pesquisa. Busquei por artigos em portais de relevância acadêmica. Já as dissertações, foram buscadas no Portal da CAPES e da UNIVATES.

Destaco que outras produções poderiam ser escolhidas, porém, considerei, com relação à Modelagem Matemática, aquelas em que os autores representam significativamente a área e com importância para o meu trabalho. Assim, os trabalhos que aqui são apresentados demonstram o quão importante é a Modelagem Matemática para os processos de ensino e de aprendizagem. Também considerei aqueles que fazem relação entre Biologia e Matemática por terem importância teórica. Para melhor compreensão, a seguir descrevo, de forma sucinta,

esses trabalhos, apresentando os objetivos e os seus resultados.

Início a descrição com uma dissertação que faz relação entre a disciplina Biologia e a Matemática, intitulada “Biologia e Matemática: Diálogos Possíveis no Ensino Médio”, de autoria de Geraldo Bull da Silva Júnior, do ano de 2008 – PUC MINAS. A opção por esse trabalho se deu devido à relação entre a Biologia e a Matemática, foco da minha pesquisa. O objetivo do trabalho foi buscar novas formas de gerar inovações no pensar e agir em Educação Matemática. A análise dos resultados permitiu a identificação de duas categorias de integração entre Biologia e Matemática no Ensino Médio. A primeira corresponde à descrição de fenômenos biológicos por meio de instrumentos matemáticos. Na segunda categoria está a Matemática utilizada como instrumento para a resolução de problemas provenientes da Biologia.

O autor enfatiza que existem elementos comuns nas práticas de Biologia e de Matemática no nível médio. Ressalta ter chegado à conclusão da possibilidade do estabelecimento de redes entre Biologia e Matemática como elementos articuladores de saberes. Argumenta que isso abre possibilidades de elaborar formas de ação didática que não recorrem à fragmentação do conhecimento nem à desvirtuação de contextos científicos.

Cito também a dissertação de Jeison Rodrigo Reinheimer, de título “O Uso da Modelagem Matemática no Ensino da Geometria Estudo de Caso: EJA”, do ano de 2011 - Centro Universitário UNIVATES, por se tratar de um trabalho resultante de um estudo de caso no Ensino Médio, em que foi utilizada a Modelagem Matemática. Nesse trabalho, o objetivo geral foi desenvolver uma proposta baseada na Modelagem Matemática como metodologia de ensino e aprendizagem do conteúdo de Geometria em uma turma do 3º ano do Ensino Médio EJA.

O trabalho apresenta uma alternativa utilizando a metodologia de ensino da Modelagem Matemática para o estudo dos conteúdos da Geometria, de forma a tornar-se potencialmente significativa para o aluno. Caracterizou como um estudo de caso realizado com alunos do 3º ano do Ensino Médio da EJA. Foram realizadas oito intervenções pedagógicas nesse estudo, sendo todas desenvolvidas com os alunos em pequenos grupos. Como resultado, o autor destaca que, a partir do modelo

matemático, houve a “construção de um prédio novo”, ou seja, os alunos conseguiram estabelecer relações com o conteúdo de Geometria.

Para a realização desta pesquisa foram desenvolvidas oito atividades. Nestas atividades os alunos realizaram medição da área da escola, no local destinado à construção da nova escola. Definiram as medidas das novas salas de aula e demais dependências. Definiram ainda, o formato geométrico do prédio novo, considerando as medidas da área do terreno e os cálculos das medidas das salas e os apontamentos que tinham em mãos. Os grupos também realizaram o cálculo da quantidade de um determinado tijolo para a construção do prédio novo. Trabalharam com o tamanho e quantidade de piso cerâmico a ser utilizada nos projetos. Calcularam para encontrar o valor do tamanho da caixa d'água a ser utilizada em cada projeto. Apresentaram às outras turmas da escola todos cálculos realizados e a maquete de cada projeto, com formato geométrico para a construção do novo prédio. E por fim, preencheram o questionário de modo individual e que serviu como evidência na realização do estudo.

O autor menciona que com as atividades realizadas houve a diminuição da resistência de estudar Geometria e que a relação da atividade com as fórmulas e conceitos de Geometria ocorreu de modo natural. Ressalta que o referencial teórico utilizado fundamentou-se na teoria de Ausubel sobre Aprendizagem Significativa.

O autor destaca que a Modelagem Matemática é uma etapa transformadora dos processos de ensino e de aprendizagem. Salaria que dentre as contribuições que emergiram da realização da pesquisa pode ser citado: a importância do trabalho em grupo, por possibilitar maior interação, participação e coletividade; a criação de espaços para que os alunos façam relações do conhecimento científico com os conhecimentos adquiridos fora da escola; permite o uso de metodologias alternativas de ensino que motivam o aluno para tornar-se transformador de seu próprio conhecimento.

Outro trabalho selecionado é uma dissertação de mestrado profissional em Educação Matemática com o título “Concepções de Modelagem Matemática e Subsídios para a Educação Matemática: quatro maneiras de compreendê-la no cenário brasileiro”, de autoria de Vilma Cândido Bueno do ano de 2011 – UFOP, de

Minas Gerais. Para a escolha, levei em consideração o fato de apresentar concepções e maneiras de compreender a Modelagem Matemática. A autora relata ideias significativas sobre Modelagem Matemática, eixo central da pesquisa aqui descrita.

Nessa dissertação, o objetivo geral foi articular os aspectos metodológicos e teóricos que fundamentam concepções de Modelagem Matemática existentes na comunidade brasileira de educadores matemáticos e delinear possíveis contribuições educacionais dessas concepções. A autora se direcionou pelos seguintes questionamentos: O que é Modelagem Matemática? O que é modelo matemático? Como se faz Modelagem Matemática na sala de aula?

No seu trabalho dissertativo, Bueno (2011) apresenta a Modelagem Matemática na educação brasileira, descrevendo as raízes e precursores da Modelagem Matemática no cenário nacional; Matemática Aplicada e Modelagem Matemática; Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática. Apresenta as ideias de quatro estudiosos da Modelagem Matemática: Maria Salett Biembengut, Dionísio Burak, Jonei Cerqueira Barbosa, Dale William Bean e, ainda, Modelagem Matemática e os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática.

Os resultados da pesquisa de Bueno (2011) apontam que a Modelagem Matemática traz contribuições para a sala de aula e que as singularidades de suas concepções ficam focadas nas maneiras de condução do processo de modelagem e nas significações do termo. A autora indica que a modelagem não deve ser considerada um receituário “pronto e acabado” e que toda prática de Modelagem Matemática pode ser válida, não existindo uma melhor que a outra. Menciona que a Modelagem Matemática pode trazer contribuições favoráveis ao ensino e aprendizagem da Matemática em qualquer nível de ensino ou em qualquer concepção.

Considerando o foco em Modelagem Matemática e por ser resultado de uma pesquisa com alunos do 2º ano do Ensino Médio, selecionei a dissertação com o título “A Modelagem Matemática como Ferramenta para a Construção de Conhecimentos Matemáticos”, de autoria de Fabiana Mattei, do ano 2012 - Centro Universitário UNIVATES. Nessa dissertação Mattei (2012) faz um relato sobre uma

prática pedagógica em que foi utilizada a Modelagem Matemática como uma metodologia de ensino em uma pesquisa realizada com alunos do 2º ano do Ensino Médio em uma escola pública da cidade de Coronel Pilar/RS. A investigação foi dirigida à compreensão de aspectos envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem de conhecimentos matemáticos, enfocando as habilidades desenvolvidas através do ambiente de Modelagem Matemática.

Através da pesquisa de Mattei (2012), foi demonstrada uma maneira diferenciada de desenvolver o conteúdo matemático, possibilitando motivação, interação e dinamismo, em que a prática foi integrada à teoria na construção de conceitos da geometria espacial. Como resultado, a pesquisa aponta que foi possível perceber modificações de concepções distorcidas dos alunos em relação à Matemática e, também, mudança de postura dos estudantes, pois se tornaram mais interessados, críticos, criativos e, principalmente, reconheceram a importância do trabalho em equipe.

Outra dissertação selecionada, “Modelagem Matemática no Ensino Médio: percepção matemática por meio da música” tem como autora Ana Laura Bertelli Grams, do ano de 2014 - PUC Rio Grande do Sul. Essa dissertação foi selecionada por ter foco na Modelagem Matemática no Ensino Médio e fazer relação entre matemática e outra disciplina. Nessa pesquisa, o objetivo foi analisar a percepção matemática de estudantes do Ensino Médio por meio da Modelagem Matemática na Música. Para direcionar o trabalho, Grams (2014) utilizou questões: Como e em que medida a Modelagem Matemática e a Música pode levar estudantes do Ensino Médio a perceberem os conceitos matemáticos? E, qual a contribuição de atividades didáticas de Modelagem Matemática na Música para o ensino de Matemática no Ensino Médio?, que guiaram o estudo.

De acordo com a autora, a expectativa foi responder, por meio da análise, a questão: Como a Modelagem² Matemática na Música pode favorecer a percepção matemática de estudantes de Ensino Médio? Foram utilizados estudos e

² Na modelagem, o professor pode optar pela escolha de determinados modelos, fazendo a sua recriação em sala de aula, juntamente com os alunos, de acordo com o nível em questão, além de obedecer ao currículo inicialmente proposto (BIEMBENGUT; HEIN, 2007).

apontamentos teóricos sobre Matemática e Música (tema da atividade pedagógica), Modelagem Matemática na Educação (tema da pesquisa), e Percepção (tema de análise), bem como dados empíricos advindos da aplicação da proposta pedagógica.

O objeto de pesquisa foram seis estudantes de Música, voluntários, em horários contrários às aulas regulares e às aulas de Música, nos Institutos Prosdócimo Guerra e Theóphilo Petrycoski na cidade de Pato Branco (PR). A pesquisa ocorreu com a realização de cinco encontros, nos quais foi explorada uma proposta pedagógica com base na Modelação Matemática. Segundo a autora, o resultado da pesquisa mostrou que, por meio da Modelação Matemática, os estudantes levantaram hipóteses, observaram, refletiram, interpretaram, solucionaram problemas e, assim, perceberam na Música conteúdos teóricos da Matemática.

Destaco ainda a dissertação de Alessandra Fabian Sostisso, do ano de 2014 - PUC Rio Grande do Sul, com título “Modelação matemática: competência científica de uma licenciatura em matemática”, por se tratar de um trabalho que traz a aplicação da Modelagem Matemática na Educação. O objetivo dessa pesquisa foi identificar alfabetização e competência científica em Modelagem Matemática de estudantes de Licenciatura em Matemática de uma Universidade Privada do Rio Grande do Sul. A autora utilizou procedimento metodológico dividido em quatro etapas, denominadas Mapas. Estes mapas descrevem os caminhos, as sequências de ações ou etapas da pesquisa. Nesta dissertação cada capítulo foi um mapa. O Capítulo 1 foi o mapa de identificação e relata os dados e informações justificando a escolha do tema, objetivos, pressupostos e procedimentos metodológicos. O Capítulo 2 apresentou as teorias sobre Modelagem Matemática, Alfabetização Científica e Competência em Modelagem na Educação e, Pesquisas recentes que possibilitaram situar a pesquisa em um Mapa de produções. No Capítulo 3 consta a descrição da aplicação didática e organização dos dados empíricos provenientes de atividades realizadas com estudantes de Licenciatura em Matemática. No Capítulo 4 está relatado o estudo qualitativo dos dados a partir das categorias de análise: saber aplicar matemática - alfabetização; saber fazer modelagem – competência.

Segundo a autora, foi identificado que os estudantes mostraram ter alfabetização e competência requeridas na percepção e apreensão, porém, nas outras etapas da modelação, compreensão e explicação, significação e expressão, mostraram dificuldades em formular, solucionar e validar. Na pesquisa também foi verificado o progresso dos estudantes durante as etapas da modelação.

Para a autora, por meio das atividades de modelação, foi possível identificar como os estudantes compreendem e aplicam os conhecimentos científicos, e quais conclusões obtiveram na resolução das situações-problema nas três fases da modelação. Além disso, o método da modelação buscou favorecer a alfabetização e competência científica dos estudantes. Os resultados apontam que a Modelagem Matemática na Educação pode proporcionar aos estudantes maiores avanços em sua aprendizagem, pois eles são motivados a aprenderem os conteúdos a partir de um método de Ensino no qual buscam, aplicam e compreendem os conceitos da alfabetização e competência científica.

O trabalho dissertativo com o título “Modelagem Matemática e Bicicleta: proposta de ensino e de aprendizagem para alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola no município de Santana-AP”, de autoria de Fábio Andress dos Santos, do ano de 2015 - Centro Universitário UNIVATES, foi selecionado por ter foco na Modelagem Matemática no Ensino Médio. Nessa dissertação, o objetivo foi investigar implicações pedagógicas e sociais decorrentes da exploração de atividades envolvendo Modelagem Matemática e o tema bicicleta, com alunos do 3º ano do Ensino Médio, nos processos de ensino e de aprendizagem, por meio de uma intervenção pedagógica. Foi uma pesquisa com aproximações ao estudo de caso. O autor utilizou como instrumentos de coleta de dados: questionários, diários de campo do professor e dos alunos, gravações de aula em vídeo e áudio.

Segundo o autor, ao final da pesquisa, foi possível perceber a mudança de postura dos estudantes, que se tornaram mais críticos, criativos, participativos e motivados. Acrescenta que, no decorrer da prática pedagógica, foram construídos conceitos de geometria plana, espacial e analítica, funções e porcentagem. Os alunos foram estimulados a fazer uso do computador por meio do programa do *Excel* e pesquisas na *Internet*.

Como resultados, o autor também aponta: os alunos do 3º ano do Ensino Médio se tornaram mais interessados, empenhados e estimulados para a aprendizagem de conteúdos matemáticos; houve motivação dos alunos devido à conexão entre a Matemática e a realidade no desenvolvimento das atividades com a bicicleta; é importante a realização de atividades em outros ambientes e não somente na sala de aula; houve o estabelecimento das relações Matemática e social – bicicleta e trânsito; e os alunos se conscientizaram da importância do uso da bicicleta como meio de transporte, bem como dos direitos e deveres dos ciclistas. O autor afirma que houve também uma mudança de postura do aluno quanto à utilização da bicicleta; houve estabelecimento das relações dos conteúdos matemáticos presentes nas peças da bicicleta; e que os alunos mostraram uma postura de pesquisador e o professor, de orientador.

Quanto aos artigos selecionados, apresento também uma descrição breve desses trabalhos, relatando os seus objetivos e resultados. Também aponto a instituição ou evento relativos aos trabalhos.

O artigo de Klüber e Burak do ano 2005 - UEFS traz uma experiência de Modelagem Matemática com alunos do 2º ano do Ensino Médio. É um trabalho baseado nas concepções de Burak (1998), relacionado ao projeto de pesquisa Modelagem Matemática: uma experiência concreta. Segundo os autores, o objetivo da pesquisa pautou-se em proporcionar aos pesquisadores um contato direto com a escola e com os alunos, bem como com a metodologia. Relatam que a partir da vivência em sala de aula pode-se analisar, interpretar e discutir teoricamente o vivido na prática e também avaliar as dificuldades e as contribuições das atividades referentes à Modelagem Matemática. Os autores concluem o trabalho, destacando a necessidade de ousar, de ser aventureiro, de ir contra as correntes, que muitas vezes fazem com que o docente desista de mudar e (re) estruturar sua prática.

Já o artigo intitulado “Modelo Matemático para Descrever Transmissão de Leishmaniose”, de autoria de Juan Carlos Rosales e Hyun Mo Yang, de 2006 – Sociedade Brasileira de Matemática aplicada e Computacional - SBMAC foi selecionado por estar diretamente relacionado à leishmaniose e à Modelagem Matemática. Nesse trabalho, os autores fizeram a proposição de um modelo

matemático para descrever a transmissão de Leishmaniose na população humana. Mas ressaltam que a ocorrência da Leishmaniose Visceral em seres humanos tem como fator de risco a transmissão de LV em cães com prevalência superior a 2%, em conjunção com uma alta densidade de população canina.

Em relação à Modelagem Matemática, os autores expressam que, desenvolvendo um modelo matemático, estuda-se a transmissão urbana de Leishmaniose, em que o cão é o hospedeiro definitivo, enquanto o homem é ocasional. O estudo da dinâmica, nesse caso, inclui os hospedeiros vertebrados, que são o homem e o cão, e o invertebrado, o flebotomíneo. Salientam que o modelo matemático foi desenvolvido considerando dois hospedeiros vertebrados e um invertebrado. Destacam que o modelo foi analisado em seus estados de equilíbrio. Segundo os autores, as simulações mostram que os níveis endêmicos nos vertebrados persistem mesmo que a prevalência no vetor seja baixa.

Explicitam que o modelo estava relacionado com a situação epidemiológica encontrada no Município de Araçatuba-SP, usando variação dos coeficientes de incidência no Estado de SP entre 2000 e 2003, que foi de 2,7 a 34,7. Argumentam que os resultados do trabalho mostram que atenções devem ser dadas para regiões próximas da mata, para não tornar a Leishmaniose endêmica nas grandes cidades. Uma forma de controle de Leishmaniose humana é o manejo responsável e cuidadoso das matas e florestas que circundam povoados. Outra forma de evitar a transmissão entre homens em regiões endêmicas consiste no controle da doença nos cães, em especial aqueles abandonados.

Cito ainda o artigo de Klüber e Burak, de 2008 - Revista Educação Matemática. Pesquisa-SP, com título "Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas", por apresentar contribuições teóricas relacionadas com as concepções acerca da Modelagem Matemática. O objetivo desse artigo é explicitar a concepção de cada pesquisador acerca da modelagem, bem como analisar cada uma das proposições dos autores, buscando elucidar a concepção de ensino e de matemática subjacentes a cada uma delas. A análise procura considerar a relação estabelecida entre professor e aluno, para a construção do conhecimento

matemático propiciada pelo trabalho com a modelagem, e busca indicativos que permitam essa construção em uma relação dialógica.

Os resultados apontam que existem diferentes formas de conceber a modelagem pelos autores destacados, aspectos que podem e devem ser aprofundados por pesquisadores e educadores em modelagem. Os autores ressaltam que “o fato das concepções de Burak, Barbosa e Caldeira estarem embasadas explicitamente em teorias de ensino e aprendizagem, em visões antropológicas e sociais, resultam em implicações para a modelagem matemática no âmbito do ensino e da aprendizagem da matemática” (KLÜBER; BURAK, 2008, p. 32).

Também o artigo intitulado “Uma introdução à biomatemática: a importância da transdisciplinaridade entre Biologia e Matemática”, de autoria de Cássia Ferreira Sampaio e Amanda Gomes da Silva, de 2012 - VI Colóquio Internacional de São Cristovão/SE, foi selecionado por focar a relação entre Biologia e Matemática e ter como eixo temático: educação e ensino de Ciências Exatas e Biológicas.

As autoras apresentam, inicialmente, uma introdução à Biologia Matemática e exibem uma amostra dos resultados da união das Ciências Biológicas e Matemática. Abordam a importância da interdisciplinaridade no ensino básico, no caso específico entre a Biologia e Matemática, duas áreas aparentemente distintas em sua totalidade, mas que possuem uma interseção vasta, uma contribuindo, em vários momentos, para o desenvolvimento da outra. Descrevem onde a Biologia utiliza a Matemática e como matemáticos puderam “inventar” Matemática através de problemas biológicos. Destacam os conteúdos matemáticos que envolvem Biologia (Ensino Médio), como: Função Exponencial; Teoria dos Conjuntos, Relações e Lógica; Equações e Sistemas Lineares; Desigualdade e Probabilidade.

Os resultados apontam que essa integralização de disciplinas é fundamental para o desenvolvimento cognitivo dos discentes. Sampaio e Silva (2012) apontam, ainda, que o ensino com essa integração deixa o processo de aprendizagem mais crítico, tornando os alunos seres conscientes e capazes de relacionarem temas dessas duas áreas.

Descrevo o artigo intitulado “Matemática e Biologia: relacionando duas áreas

por meio da análise de modelos matemáticos”, de Débora da Silva Soares, de 2013 - VIII CNMEM, Santa Maria - RS. É um trabalho com um distanciamento daquilo que é descrito nesta dissertação, mas citei-o por trazer a relação entre Biologia e Matemática.

O objeto desse estudo foram os estudantes que estavam cursando a disciplina Cálculo Diferencial e Integral (CDI). O intuito foi promover oportunidades para que estudantes de um curso de Biologia estudassem a Matemática de forma relacionada à sua área de interesse, assim como refletissem sobre essa relação. O objetivo do trabalho foi analisar o papel de um *software* no desenvolvimento de uma abordagem pedagógica para alunos de graduação em Biologia, cursando a disciplina Matemática Aplicada.

O resultado aponta que, de acordo com as estudantes, o trabalho realizado permitiu que a Matemática se aproximasse da área de que gostam e que “emprestou” aos conceitos da disciplina um sentido que não era percebido por elas até o momento. A autora também destaca que compreender a Matemática como útil para a Biologia era uma demanda dos estudantes e que pôde ser atendida.

Destaco ainda o trabalho “Modelagem Matemática: uma estratégia possível para a melhoria da prática pedagógica dos professores do ensino médio”, de autoria de Alex Santos da Silva, de 2013 - UNIFESSPA. Selecionei esse trabalho por trazer a Modelagem Matemática como estratégia possível para a melhoria da prática pedagógica no Ensino Médio. O trabalho teve como objetivo geral elaborar sugestões de Modelagem Matemática que contribuíssem para a melhoria da prática pedagógica dos professores do Ensino Médio, em Marabá.

O autor utilizou o método qualitativo com uso de entrevista a 06 (seis) professores do ensino médio da 1^o, 2^o e 3^o anos das escolas públicas de Marabá/PA. Segundo o autor, os dados revelam que a dificuldade do ensino de matemática se deve, principalmente, à falta de conhecimento, tempo e despreparo por parte dos professores sobre estratégias inovadoras para a prática de ensino, em especial da Modelagem Matemática. Destaca que alguns professores chegam a defini-la como inviável para ser utilizada em sala, e outros afirmam que não é possível trabalhar com a Modelagem Matemática no ensino médio pela

complexidade dos fenômenos a serem estudados. Os resultados apontam que a Modelagem Matemática, quando utilizada como estratégia de ensino, pode contribuir para a melhoria da prática pedagógica dos professores e minimizar a dificuldade do aluno em aprender conteúdos matemáticos.

Já o artigo intitulado “Por que a Modelagem Matemática não chega à sala de aula?”, de autoria de Amauri Jersi Ceolim e Ademir Donizeti Caldeira, de 2015 - XIV CIAEM-IACME, México, foi selecionada por ter foco na Modelagem Matemática em sala de aula, além de ser mais recente e apresentado na XIV Conferência Interamericana de Educação Matemática no México, em 2015.

Nesse artigo, foram investigados os obstáculos apontados pelos professores, egressos de cursos de Licenciatura em Matemática das instituições de ensino superior públicas de um estado brasileiro, o Paraná, que cursaram a disciplina de Modelagem Matemática na graduação, na perspectiva da Educação Matemática, com relação à aplicação da mesma no cotidiano da sala de aula. A metodologia utilizada pelos autores para a compreensão dos dados foi a análise textual discursiva.

Segundo os autores, as análises dos dados mostram que os professores podem não estar preparados para trabalhar com a Modelagem em suas aulas, e que a estrutura escolar vigente pode não estar apropriada para o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática. Ainda destacam que os professores, egressos dos cursos de Licenciatura apresentados, alegam que não têm conhecimento suficiente para trabalhar com Modelagem. Dizem que o que aprenderam na graduação não respalda o desenvolvimento de atividades de Modelagem em suas aulas.

Os autores ressaltam que foram identificados alguns fatores que corroboram para isso, como: a carga horária das disciplinas de Modelagem na graduação é muito baixa; a maioria dos conteúdos da disciplina de Modelagem não têm relação com o que é trabalhado na Educação Básica. Além disso, os cursos de Licenciatura em Matemática, em geral, apresentam um percentual baixo de disciplinas voltadas para as áreas de Educação Matemática e, mesmo assim, algumas disciplinas são desenvolvidas sem fazer relação com as áreas da Educação Básica.

Também conforme os autores, outro ponto considerado como obstáculo para o desenvolvimento de Modelagem em suas aulas foi a estrutura escolar. Destacam que a estrutura da escola vigente talvez, não propicia um ambiente para desenvolver atividades de Modelagem. Saliendam também que as escolas adotam materiais didáticos que, geralmente, são seguidos de forma linear, com tempo pré-determinado, não permitindo flexibilidade ao professor em relação a práticas inovadoras, no caso da Modelagem. Enfatizam que os professores investigados nessa pesquisa estão atuando na Educação Básica, tanto em escolas públicas como em particulares, e cursaram a disciplina de Modelagem na perspectiva da Educação Matemática na graduação, mas, mesmo assim não trabalham com a Modelagem em suas aulas.

A partir dos trabalhos citados, concluí que os autores tiveram a preocupação com a participação dos alunos, para torná-los mais ativos, para que adquirissem conhecimentos. Naqueles relacionados diretamente com Modelagem Matemática, propuseram-se a utilizar temas da realidade e do interesse dos alunos, visando motivá-los à aprendizagem. Naqueles que trazem a conexão entre Biologia e Matemática, discorrem que há possibilidade de estabelecer relação entre essas disciplinas.

Tomando como base os resultados dos trabalhos citados, tenho que a pesquisa desenvolvida, utilizando a Modelagem Matemática para o estudo da Leishmaniose, também tem relevância. Por perpassar pela Matemática e pela Biologia, é uma possibilidade de proporcionar aos alunos a identificação de uma possível interação entre essas duas disciplinas, a partir do cotidiano vivenciado por eles.

A partir do estudo destes trabalhos que foram trazidos para o estado da arte desta dissertação, foi possível confirmar que a Modelagem Matemática tem papel importante na educação matemática, por trabalhar situações reais que possibilitam aos alunos visualizarem a importância da Matemática e da sua aplicação.

Na próxima seção faço a apresentação dos procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento das atividades, que teve como ponto de partida, o interesse dos alunos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo descrevo os procedimentos metodológicos que foram necessários para a realização da pesquisa. Segundo Gil (2008), os procedimentos metodológicos são estratégias que orientam o pesquisador no desenvolvimento de ações ordenadas e sequenciadas, capazes de contribuir para a obtenção de resultados fidedignos.

Como método, utilizei na pesquisa procedimento dedutivo. Segundo Gil (2008, p. 9), tal procedimento “[...] parte de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis e possibilitam chegar a conclusões de maneira puramente formal, isto é, em virtude unicamente de sua lógica [...]”. Nesse sentido, a pesquisa partiu das ideias gerais sobre a Modelagem Matemática, para então seguir para as particularidades dessa metodologia no ensino de conteúdo de Biologia, no caso, estudo da leishmaniose.

A pesquisa foi qualitativa, pela forma como foi realizada a análise. Em conformidade com Gonçalves e Meirelles (2004), a pesquisa qualitativa trata da investigação que envolve valores, atitudes, percepções e motivações do público pesquisado, objetivando compreendê-los de modo mais aprofundado e sem preocupação estatística. Já Godoy (1995, p. 25) afirma que “a pesquisa qualitativa tem por objetivo proporcionar vivência da realidade por meio da discussão, análise e tentativa de solução de um problema extraído da vida real”. Salaria que, enquanto técnica de ensino, procura estabelecer relação entre a teoria e a prática.

Para Gerhardt e Silveira (2009, p. 32), “os pesquisadores que utilizam os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que

convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas [...]”. As autoras enfatizam, ainda, que “a pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”.

Para Godoy (1995, p. 21), “a abordagem qualitativa, enquanto exercício de pesquisa, não se apresenta como uma proposta rigidamente estruturada, ela permite que a imaginação e a criatividade levem os investigadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques”. Portanto, optei por esse tipo de pesquisa por entender que, na sua abordagem, a obtenção dos dados descritivos se dá no contato com a situação estudada, com a preocupação de relatar a perspectiva dos participantes. Assim, pela especificidade desta pesquisa, adotei a abordagem qualitativa em todo o trabalho.

No que se refere ao objetivo, a pesquisa foi de caráter exploratório, pois possibilitou que o problema estudado se tornasse mais próximo dos alunos, facilitando a compreensão do mesmo. De acordo com o exposto em Chemin (2015), esse tipo de pesquisa favorece a familiaridade, o aumento de experiência e melhoria na compreensão do problema a ser investigado. Nesse sentido, Gil (2007) e Leopardi (2002) explicam que a pesquisa exploratória pode envolver revisão de literatura, entrevistas, emprego de questionários e outros instrumentos. Esses autores mencionam que, a partir dos dados, de análise geralmente qualitativa, há possibilidade de formular sugestões para a melhoria de práticas educacionais e outras. Ressaltam que, nesse tipo de pesquisa, os resultados não são considerados definitivos e tomam a forma bibliográfica ou estudo de caso, como ocorreu nesta pesquisa.

Ressalto ainda que foi uma pesquisa descritiva, porque permitiu descrever características de um evento. Segundo Gil (2007), uma pesquisa descritiva apresenta as características de determinadas populações ou fenômenos e uma das suas peculiaridades está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.

A pesquisa também foi aplicada, pois objetivou gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo

verdades e interesses locais (GERHARDT; SILVEIRA, 2009), que no caso foi a busca de solução para o problema da leishmaniose em Rubim-MG. Corroborando com o exposto, Mascarenhas (2012) explica que uma pesquisa aplicada serve para estudar o problema num determinado contexto. Nesse tipo de pesquisa, o investigador se move pela necessidade de contribuir para fins práticos, buscando soluções para problemas concretos (CERVO; BERVIAN, 2002).

Destaco que esta pesquisa não se caracterizou como pesquisa bibliográfica, mas se apoiou em um levantamento de referenciais, que possibilitou fundamentar teoricamente o desenvolvimento das atividades propostas e realizadas. Como bem explica Fonseca (2002, p. 32), “qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto”. Para Fonseca (2002), a pesquisa bibliográfica é feita somente a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas.

Deixo aqui explícito que a pesquisa foi um estudo de caso, que buscou conhecer e estudar uma situação específica da leishmaniose. Para Fonseca (2002, p. 33), “um estudo de caso visa a conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico”. Ainda ressalta que o estudo de caso pode decorrer de acordo com uma perspectiva interpretativa, que procura compreender como é o mundo do ponto de vista dos participantes, ou uma perspectiva pragmática, que visa simplesmente apresentar uma perspectiva global, tanto quanto possível completa e coerente, do objeto de estudo do ponto de vista do investigador (FONSECA, 2002).

Já Yin (2010), expressa que o estudo de caso é uma possibilidade para reunir as qualidades gerais e significativas dos acontecimentos vivenciados, como o desempenho escolar e a conduta de pessoas reunidas em pequeno grupo. Discorre que é necessário fazer uso das fontes de evidência, tais como os registros em arquivos, observação direta e artefatos físicos. Também explicita que a observação direta levará à percepção dos comportamentos no decorrer do tempo estimado, sendo útil para levantar informações que complementam o estudo, além de poder ser aplicada em sala de aula. Enfatiza que os artefatos físicos serão as fontes finais

de evidências sobre a prática desenvolvida e que comprovam aquilo que foi realizado no estudo, atestando através de comprovação material.

Para Chemin (2015), o estudo de caso procura estudar de forma mais aprofundada um ou poucos objetos, de modo que permita seu amplo e detalhado conhecimento. Godoy (1995, p. 25) destaca que “adotando um enfoque exploratório e descritivo, o pesquisador que pretende desenvolver um estudo de caso deverá estar aberto às suas descobertas”. Partindo das concepções apresentadas, fiz a opção pelo estudo de caso por considerar que é uma forma particular de estudo, como no caso desta pesquisa. A partir do objeto de estudo escolhido, foi focalizada uma situação particular, a leishmaniose. Além disso, o estudo de caso tem relevância significativa para o meio acadêmico, confirmando o que já se conhece ou revelando novos significados (GODOY, 1995).

Quanto à delimitação da área de pesquisa, faço, a partir deste ponto do texto, uma caracterização do município onde está inserida a escola na qual ocorreu a pesquisa. O município é denominado Rubim e está inserido na região nordeste do Estado de Minas Gerais, no Vale do Rio Jequitinhonha. É limitado a Oeste pelos municípios de Jequitinhonha e Felisburgo, ao Norte por Almenara e Jacinto, a Leste por Santo Antônio do Jacinto, e ao Sul por Rio do Prado e Palmópolis (MONTEIRO, 2005).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a área territorial do município de Rubim/MG é de 965.174 km², com uma população estimada de 9.919 habitantes, sendo 7.703 da zona urbana e 2.216 da zona rural. A economia está baseada na agropecuária. Quanto à questão da educação, o município conta com duas escolas de Pré-escolar, sete de Ensino Fundamental e duas de Ensino Médio. A localização do município onde se encontra a escola, local do desenvolvimento da pesquisa, está marcado na Figura 2, na página seguinte. Saliento que esta figura representa parte de um mapa, sendo que as cidades Maiquinique, Itarantim, Itagimirim, Eunápolis, Guaratinga, Monte Alegre e Nova Alegria não fazem parte do território do Estado de Minas Gerais e sim da Bahia. As cidades Mata Verde, Bandeira, Jordânia Salto da Divisa, Jacinto e Jeribá são limítrofes do Estado de Minas Gerais com Bahia.

Figura 4 - Cidade de Rubim – Minas Gerais (2014)



Fonte: <http://www.panoramio.com/photo/110360267>

Caracterizado o município de Rubim, passo a descrever a escola na qual foram desenvolvidas as atividades da pesquisa. Apresento a identificação da escola e outras características históricas e atuais.

Quanto à denominação, a escola está identificada com o nome de Escola Estadual Walmir Almeida Costa. A citação do nome da escola nesta pesquisa está autorizada pela Direção (APÊNDICE B). É uma escola da Zona Urbana de Rubim – MG. A sua criação data de 02/12/1965, através do Decreto Lei 3641. A autorização para o funcionamento se deu por meio da Portaria 11/66. O nível de ensino que oferece é o Ensino Médio. Funciona nos turnos matutino e vespertino. Na Figura 5, apresento uma imagem da área interior da escola, também com autorização expedida pela sua Direção (APÊNDICE C).

Figura 5 – Parte interior da Escola Estadual Walmir Almeida Costa – Rubim/MG



Fonte: Projeto Político Pedagógico da Escola Estadual Walmir Almeida Costa (2015).

É uma escola que atende alunos, na sua maioria, provenientes de famílias de baixa renda. Faz parte do sistema do ensino público e tem como objetivo formar cidadãos conscientes, com habilidades para questionar, criticar e criar, capazes de resolver os seus problemas (PPP- EEWAC, 2015).

O Ensino Médio, em 2015, ofertou três turmas de 1º ano, três turmas de 2º ano e duas turmas de 3º ano do Ensino Médio, perfazendo um total geral de 270 alunos. A escola é da periferia da cidade de Rubim – MG. Integra a Rede Estadual de Ensino e pertence à 2ª Superintendência Regional de Ensino de Almenara - MG.

No que se refere a recursos materiais, a escola conta com diversos recursos. Para o desenvolvimento das atividades da pesquisa, foi utilizado o laboratório de informática com acesso à internet e o projetor multimídia. É uma escola que busca parcerias por meio de projetos, visando fazer inclusão da família no cotidiano escolar. Proporciona momentos para a participação de toda comunidade escolar.

Faz proposições que estão fundamentadas na LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação. Propõe a melhoria e a qualidade do ensino oferecido, desenvolvendo interação entre escola e comunidade. Utiliza diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para a construção do conhecimento. O uso de novas metodologias visa a promover aprendizagem e formação dos seus alunos. Registra na sua proposta pedagógica e no regimento escolar, como missão, o seguinte:

É missão da Escola, em parceria com a família e comunidade, promover o desenvolvimento pleno dos alunos, através de conhecimento científico, capacitando-os para o convívio social, o exercício da cidadania, o preparo para o trabalho e continuidade à vida escolar para a construção de uma sociedade mais justa (PPP- EEWAC, 2015, p. 9).

Como expresso na sua missão, essa escola demonstra compromisso com a formação do aluno cidadão, preparando-o para continuar estudando e para o trabalho. Compromete-se, buscando o envolvimento da família e da comunidade.

O trabalho pedagógico envolveu alunos do 2º ano do Ensino Médio. Desenvolveu-se em uma turma do turno matutino, na disciplina Biologia, na qual não ministrava aulas. Para tanto, foram organizados os horários para a realização dos encontros. Por eu não ser o professor titular da turma, os horários foram definidos pela escola, com o professor titular e com o meu aval.

Vale destacar que fiz opção pelo Ensino Médio, considerando o que está registrado nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Esse documento propõe “a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização” (BRASIL, 2000, p. 5). Ademais, esses aspectos estão presentes nas etapas do desenvolvimento de atividades por meio da Modelagem Matemática.

A turma escolhida era denominada 2º ano Itacaré. Para esclarecimento, vale dizer que esse nome é de uma praia brasileira. As demais turmas da escola também têm nomes de praias do Brasil. A referida turma era composta por 29 alunos (14 do gênero feminino e 15 do Gênero masculino). Destes, 05 da zona rural e chegavam à

escola por meio do transporte escolar oferecido pelo poder público do município. A faixa etária dos alunos estava entre 16 e 19 anos.

Os alunos tinham um bom relacionamento. Eram tranquilos e se interessavam pelas atividades da sala de aula, deixando transparecer um ambiente calmo, sem desordem, o que foi observado em toda escola. Os alunos eram organizados em filas, na sala com capacidade para 35 jogos de mesa e cadeira, sendo o ambiente bem arejado. Eram ministradas duas aulas de Biologia, semanalmente, na classe.

Como se tratou de um estudo de caso, primeiramente, obtive junto à escola, a Carta de Anuência (APÊNDICE D) para realização da pesquisa. Os alunos receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE F) para ser preenchido e assinado pelos pais e/ou responsáveis pelos menores. Conforme afirma Chemin (2015), o TCLE deve seguir as recomendações da Resolução 196/1996 CNS (Conselho Nacional de Saúde), pois, no Brasil, todo projeto de pesquisa com seres humanos precisa respeitá-la. Assim, as pessoas envolvidas foram esclarecidas acerca do trabalho e que teriam sua privacidade respeitada ao participarem, conforme ressalta Yin (2010).

Posto isso, passo a descrever como ocorreu a coleta dos dados relativos à pesquisa. A coleta de dados do estudo se caracterizou como estudo observacional, em que “os participantes não são sorteados para os respectivos grupos, porque já pertencem a eles antes do início da pesquisa” (SIMÕES; MAIA, 2012 p. 14). De acordo com Burak (2004), deve-se estar atento à coleta dos dados e à obtenção de informações, pois oferecem elementos à análise qualitativa e favorecem constatações que, por sua vez, podem gerar necessidade de outras constatações.

Sabe-se que a observação tem um papel essencial no estudo de caso. Com relação a isso, Godoy (1995, p. 27) salienta que “quando observamos, estamos procurando apreender aparências, eventos e/ou comportamentos”. No caso desta pesquisa, a observação foi participante. Godoy (1995) explica, ainda, que, baseando-se nos objetivos da pesquisa e num roteiro de observação, o investigador procura ver e registrar o máximo de ocorrências que interessam ao seu trabalho, deixando de ser apenas espectador.

Como é de conhecimento, na coleta de dados para uma pesquisa, os instrumentos utilizados são importantes. Para a coleta de dados deste trabalho, foram utilizados os seguintes instrumentos:

a) Gravações em vídeo e áudio - As gravações em áudio e vídeo foram feitas por câmera digital e aparelho celular, e armazenadas em aparato eletrônico para as análises. Serviram para monitoramento das atividades desenvolvidas. Segundo Godoy (1995, p. 27), “a gravação, evidentemente, torna os dados obtidos mais precisos”;

b) Aplicação de questionário aos alunos - Os questionários foram explorados após as aulas, constituídos de duas questões relacionadas ao desenvolvimento de cada atividade. Os dados dos questionários (APÊNDICE E) foram utilizados para análise das percepções dos alunos relativas a cada aula;

c) Diário de campo - O diário de campo serviu para a documentação dos encontros pedagógicos e foi produzido pelo pesquisador. De acordo com Alarcão (1986), as narrativas que relatam os fatos para uma consulta posterior são chamadas de diário de bordo, e se caracterizam pelo caráter objetivo dos acontecimentos. O diário de campo apresenta a vantagem de reconstruir a experiência vivida, em termos de fatos e sentimentos, e possibilita tomar consciência daquilo que foi objetivo e subjetivo. Uma das vantagens do diário e do seu uso constante é que permite ao autor refletir sobre sua prática e a dinâmica do seu trabalho (PORLÁN; MARTÍN, 1997). Considerando isso, o registro das observações foi realizado pelo pesquisador no diário de campo, na forma escrita. Entretanto, Godoy (1995) afirma que pode haver a combinação das anotações com material obtido de gravações.

A utilização do diário de campo, as gravações em áudio e as filmagens das aulas possibilitaram uma análise posterior dos dados coletados. Proporcionaram também um relato fidedigno das atividades desenvolvidas com os alunos.

Para a análise dos resultados que surgiram da exploração das atividades de Modelagem Matemática na turma, busquei identificar as percepções dos alunos acerca do tema, do problema e das soluções apresentadas por eles a partir da realização da intervenção pedagógica.

Para analisar os dados, segui à luz da análise textual discursiva, pois,

segundo Moraes e Galiuzzi (2006, p. 118), “é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso”. Segundo os autores, a análise textual discursiva cria espaços de reconstrução, envolvendo-se nisso diversificados elementos, especialmente a compreensão dos modos de produção da ciência e reconstrução de significados dos fenômenos investigados.

Esse tipo de análise exigiu que eu, como pesquisador, mergulhasse em meu objeto de pesquisa, assumindo-me também como sujeito da pesquisa e assumindo as minhas próprias interpretações. Nessa perspectiva, a análise que utilizei permitiu um constante ir e vir, agrupar e desagrupar, construir e desconstruir. Foi um processo em que eu me coloquei sempre em movimento e, como afirmam Moraes e Galiuzzi (2006), o pesquisador pode movimentar-se com as verdades que tenta expressar.

Na análise dos dados, transcrevi as gravações de áudio e as gravações de vídeo para texto, sem interpretação, e registrei-as no diário de campo. Fiz uma leitura atenta da descrição dos relatos. As informações obtidas a partir da descrição dos relatos foram realçadas nesse texto com quadros e imagens. As expressões dos sujeitos envolvidos nas atividades foram transformadas em itens de análise. Os itens que considerei foram motivação, satisfação, envolvimento e aprendizado e que apresento após descrever os encontros com suas respectivas atividades.

Para contemplar o objetivo de desenvolver uma proposta de ensino com foco na Modelagem Matemática como alternativa metodológica de ensino no estudo da Leishmaniose, foram planejados quinze momentos pedagógicos, ou seja, quinze aulas de Biologia, de 50 minutos cada uma, para estudo da leishmaniose. Nesse sentido, por se tratar da utilização dessa metodologia, o desenvolvimento de atividades estava relacionado com o interesse dos alunos para com o tema. Nesse aspecto, segundo Barbosa (2004), um trabalho com modelagem deve considerar o contexto no qual é desenvolvido (na escola), a natureza da atividade (investigação) e os domínios que envolvem (matemática e áreas com referência na realidade).

Finalizando este capítulo, mostro no Quadro 1 de forma sucinta a descrição das atividades da pesquisa que foram desenvolvidas com os alunos, sendo cada

encontro no tempo de cinquenta minutos, com exceção do último que foi no tempo de dois encontros.

Quadro 1 – Atividades desenvolvidas na pesquisa com os alunos do 2º ano do Ensino Médio Itacaré (2015) da Escola estadual Walmir Almeida Costa – Rubim-MG

Encontros	Atividade Desenvolvida
1º	Apresentação do projeto de pesquisa e solicitação da primeira atividade relacionada ao estudo da leishmaniose – busca de informações.
2º	Socialização de informações sobre a leishmaniose e realização de estudo dirigido.
3º	Elaboração de questões e socialização das respostas.
4º	Estudo da situação da leishmaniose em Minas Gerais e no Brasil.
5º	Elaboração de roteiro de entrevista com a comunidade.
6º	Organização de quadros e gráficos a partir da entrevista com a comunidade
7º	Construção e análise de gráficos.
8º	Levantamento de informações da ocorrência da leishmaniose no município de Rubim – MG.
9º	Organização dos dados sobre a evolução da leishmaniose em Rubim – MG.
10º	Cálculo de índices da leishmaniose em Rubim – MG.
11º	Elaboração e resolução de problemas.
12º	Cálculo da dosagem do remédio para leishmaniose.
13º	Elaboração da proposta de prevenção e controle da leishmaniose.
14º	Construção do <i>folder</i> manualmente e com utilização de recurso tecnológico como ferramenta.
15º	Socialização do trabalho realizado e distribuição do <i>folder</i> na escola.

Fonte: O autor

A seguir, descrevo os quinze encontros da intervenção pedagógica efetivada, bem como a análise dos dados emergentes e os resultados decorrentes da investigação que consolidou a pesquisa relatada nesta dissertação.

4 INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA, RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo relato as atividades desenvolvidas, durante a intervenção pedagógica, com o uso da Modelagem Matemática e o tema leishmaniose na turma do 2º Ano do Ensino Médio Itacaré/2015 da Escola Estadual Walmir Almeida Costa, no município de Rubim, Estado de Minas Gerais (APÊNDICE B). Também neste capítulo, apresento a análise efetivada dos dados emergentes das filmagens e gravações das aulas, do diário de campo do professor e do questionário (APÊNDICE E), realizados ao longo da prática.

Descrevo cada aula com suas respectivas atividades. Ressalto que houve alteração do planejamento inicial, pois ao desenvolver a intervenção utilizando a Modelagem Matemática, considerei o ritmo e o interesse dos alunos. Saliento que, nessa metodologia, a flexibilidade é um aspecto importante.

Como o objetivo geral da pesquisa foi analisar as implicações do uso da Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem envolvendo o tema Leishmaniose, busquei conhecer e analisar as percepções e reações dos alunos do 2º ano do Ensino Médio sobre as atividades envolvendo esta metodologia e o tema leishmaniose. Para tanto, foi disponibilizado aos alunos, após as aulas (encontros) de 50 minutos, um questionário com duas questões para descreverem suas percepções sobre a prática desenvolvida, destacando o que aprenderam de novo, e o que observaram de interessante (APÊNDICE E).

As questões foram: 1- O que você pensa da atividade que foi desenvolvida nesta aula? Faça um comentário; 2- Com relação ao desenvolvimento da atividade, faça um comentário sobre o que você aprendeu hoje. O questionário foi

disponibilizado a partir da segunda aula até a décima quinta aula. Quando não houve tempo suficiente em aula para a aplicação do questionário, disponibilizei-o aos alunos para que fosse respondido como tarefa extraclasse.

4.1 Encontro 1: Apresentação do projeto e solicitação da primeira atividade relacionada ao estudo da leishmaniose

O primeiro encontro, com a turma do 2º Ano do Ensino Médio foi realizado no dia 10 de agosto de 2015. Inicialmente, apresentei uma síntese das respostas dadas pelos alunos no questionário norteador (APÊNDICE A) do tema da intervenção, disponibilizado aos alunos no mês de abril de 2015. Na síntese, relatei minhas observações. Sobre a Matemática, 48,3% dos alunos disseram não gostar, 17,2% disseram que gostam um pouco e 34,5% disseram que gostam. Quanto à Biologia, 37,9% dos alunos disseram não gostar, 41,4% disseram que gostam um pouco e 20,7% dos alunos afirmaram que gostam.

De acordo com os dados obtidos, há um percentual significativo de alunos da turma que disse não gostar de Matemática. Mas constatei também que o percentual de alunos que gosta ou disse gostar um pouco da disciplina, ultrapassa a metade da turma. Já com relação à disciplina Biologia, a maioria dos alunos disse gostar ou gostar um pouco. Apesar disso, o número de alunos que disseram não gostar da disciplina é expressivo. Fazendo uma analogia dos dados, verifiquei que a diferença entre os alunos que disseram não gostar de Matemática e aqueles que disseram não gostar de Biologia é de 10%, aproximadamente.

Relatei aos alunos os dados sobre o que a turma pensa a respeito de se lembrar dos conteúdos estudados no ano anterior. Nesse caso, apenas um aluno expressou não se lembrar do conteúdo de Matemática e nem de Biologia que estudara no ano anterior. No que se refere aos conteúdos que gostariam de aprender, citaram equações, geometria, porcentagem, estudo de gráficos. Em relação à Biologia, citaram ciclo de vida dos seres vivos, doenças transmitidas por animais, DST, Educação Ambiental. Também comentei o que a turma expressou referente à melhoria das aulas: mudar a rotina, atividades diferentes, jogos, contextualização, participação de todos.

Em relação à questão da associação de Biologia e Matemática, a maioria dos alunos disse ser interessante. Houve também alunos que comentaram que não seria boa ideia. Alguns disseram que seria complicado, porque as duas disciplinas são difíceis e outros que seria possibilidade de coisa nova. Quanto aos conteúdos para essa associação, sugeriram aqueles que permitem conexão com o dia a dia, como: meio ambiente, DST, doenças transmitidas por animais, como a leishmaniose, os seres vivos e outros.

Ressaltei que foi a partir dessas ideias expressas pela turma que elaborei a intervenção. Explicitiei aos alunos as informações referentes à pesquisa que seria desenvolvida, detalhando como se daria o desenvolvimento das atividades de um modo geral. Informei os horários das aulas e a organização combinada junto ao professor titular e a direção da escola. Explanei o objetivo da pesquisa a ser realizada, bem como a questão da ética em pesquisas. Assim, disponibilizei a eles o Termo de Consentimento Livre Esclarecido - TCLE (APÊNDICE F) para levarem para casa para ser assinado pelos pais ou responsáveis, no caso dos alunos menores de idade, e os alunos com maioridade fizeram a assinatura no ato da entrega.

Em seguida realizei a organização dos grupos. Não houve critério para a formação dos grupos. Os grupos foram denominados de G1, G2, G3, G4 e G5. Mas uma aluna sugeriu que dois colegas fossem separados. Segundo ela, “eles precisam estar separados para trabalharem” (A1)³. Outros questionamentos não foram observados quanto à formação dos grupos. Reforcei que todas as atividades seriam desenvolvidas em grupo.

Nesse aspecto, Quartieri (2012) salienta que, nas atividades realizadas em pequenos grupos, os alunos podem se sentir mais confiantes em expor suas ideias, interagem com os colegas, dialogam e discutem com o professor. Essa ideia é confirmada em Sonogo (2009, p. 21) que expressa: “no ambiente de Modelagem, o aluno é incentivado a trabalhar em grupo, possibilitando o convívio social e o desenvolvimento do senso de cooperação, responsabilidade, criticidade e comunicação oral entre os membros do grupo”.

3 Optei em nomear os alunos por A1, A2, A3..., para preservar o anonimato.

Solicitei aos alunos que eles buscassem informações consistentes para responderem a questão: Quais as diferenças entre leishmaniose tegumentar e leishmaniose visceral? Orientei-os para utilizarem fontes científicas e que deveriam trazer para a aula seguinte um relatório escrito contendo as informações relacionadas à questão.

Constatei que nesta aula os alunos estavam tranquilos e atentos às minhas falas, demonstrando interesse. Como mediador, mostrei-lhes que deveriam usar de autonomia para buscarem dados que possibilitassem aprendizagem, de forma coletiva e individual. Para Kamii e Declark (1988, p. 68), ter autonomia é “ser governado por si mesmo, tomar decisões próprias e agir de acordo com a verdade”. Já Santo (2006, p. 7), citando Little (1991, p. 4), afirma:

A autonomia é uma capacidade - de distanciamento, reflexão crítica, tomada de decisões e ação independente. Ela pressupõe, mas também requer que o aluno desenvolva um tipo particular de relação com o processo e conteúdo da sua aprendizagem. A capacidade de autonomia será demonstrada tanto na forma como o aprendente aprende, como no modo como ele ou ela transferem o que foi aprendido, para contextos mais amplos.

Em relação à busca das informações pelos alunos, pensei autonomia como uma situação em que eu não apresentasse sugestão de fontes específicas. Neste encontro não foi utilizado o questionário relacionado ao desenvolvimento das aulas e à aprendizagem dos alunos (APÊNDICE E), pois apenas foram realizadas orientações e explanadas informações gerais.

4.2 Encontro 2: Socialização de informações sobre a leishmaniose e realização de estudo dirigido

No segundo encontro, convidei os alunos para se organizarem nos grupos formados anteriormente. Em seguida recebi dos alunos o TCLE (APÊNDICE F) assinado pelos pais e/ou responsáveis e indaguei se todos haviam compreendido a importância daquele documento. Confirmaram ter entendido.

Conforme solicitara na aula anterior, os alunos trouxeram a síntese com informações sobre a leishmaniose e que respondia a questão proposta. Disseram ter buscado os dados em artigos científicos disponíveis na *Internet* e no Manual de

Vigilância e Controle da Leishmaniose do Ministério da Saúde (BRASIL, 2014). Cabe dizer que não determinei como os alunos apresentariam o texto. Os alunos trouxeram textos escritos à mão e também digitados. Houve aqueles que disseram não ter impressora, mas trouxeram os textos salvos em mídia digital. Solicitei que a orientadora educacional da escola fizesse a impressão dos mesmos. Como exemplo, faço demonstração de um texto digitado na Figura 6, e um escrito à mão na Figura 7, que demonstram o que os alunos escreveram sobre a diferença entre os dois tipos de leishmaniose.

Figura 6 - Texto sobre a diferença entre leishmaniose visceral e leishmaniose tegumentar, produzido pelos alunos a partir de informações extraídas da Internet

Diferença da leishmaniose tegumentar e visceral

A leishmaniose é uma doença não contagiosa causada por parasitas (protozoário *Leishmania*) que invadem e se reproduzem dentro das células que fazem parte do sistema imunológico da pessoa infectada. A leishmaniose pode se manifestar de duas formas: leishmaniose tegumentar ou cutânea e a leishmaniose visceral ou calazar.

A leishmaniose tegumentar ou cutânea é caracterizada por lesões na pele, podendo também afetar nariz, boca e garganta (esta forma é conhecida como "ferida brava"). A visceral ou calazar, é uma doença sistêmica, pois afeta vários órgãos, sendo que os mais acometidos são o fígado, baço e medula óssea. Sua evolução é longa podendo, em alguns casos, até ultrapassar o período de um ano.

A transmissão da doença se dá através de pequenos mosquitos que se alimentam de sangue. Dependendo da localidade, recebem nomes diferentes como: mosquito palha, tatuquira, asa branca, cangalhinha, asa dura, palhinha ou birigui. Por serem muito pequenos, estes mosquitos são capazes de atravessar mosquiteiros e telas. São mais comumente encontrados em locais úmidos, escuros e com muitas plantas.

Além do cuidado com o mosquito, através do uso de repelentes em áreas muito próximas a mata, dentro da mata, etc, é importante também saber que este parasita pode estar presente também em alguns animais silvestres e, inclusive, em cachorros de estimação.

Os sintomas variam de acordo com o tipo da leishmaniose. No caso da tegumentar, surge uma pequena elevação avermelhada na pele que vai aumentando até se tornar uma ferida que pode estar recoberta por crosta ou secreção purulenta. Há também a possibilidade de sua manifestação se dar através de lesões inflamatórias no nariz ou na boca. Na visceral, ocorre febre irregular, anemia, indisposição, palidez da pele e mucosas, perda de peso, inchaço abdominal devido ao aumento do fígado e do baço.

A melhor forma de se prevenir contra esta doença é evitar residir ou permanecer em áreas muito próximas à mata, evitar banhos em rio próximo a mata, sempre utilizar repelentes quando estiver em matas, etc. Esta doença deve ser tratada através de medicamentos e receber acompanhamento médico, pois, se não for adequadamente tratada, pode levar a óbito.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G2..

Figura 7 – Texto manuscrito sobre leishmaniose visceral e leishmaniose tegumentar, produzido pelos alunos a partir de informações extraídas da Internet

Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA)

Doença conhecida também como Feide Brava. Em que o parasito se multiplica na pele, na mucosa ou ambas, formando lesões como: Leishmaniose Cutânea. Quando a lesão ocorre na pele.

Leishmaniose Cutânea. Quando a lesão se desenvolve na pele e na mucosa.

A feide da Leishmaniose Tegumentar não aparece logo após a picada do mosquito, geralmente 2,3 meses ou até um ano após da picada do mosquito transmissor contaminado, surge no local uma pequena ferida que vai evoluindo até formar uma úlcera. Normalmente a ferida é indolente, arredondada, profunda, bordos altos e de cor vermelha com espessamento de uma crosta de sua. As bordas podem ser irregulares, salientes e mais duras. São mais frequentes nos pontos expostos (punhos, braços, mãos, rosto e pernas). Leishmaniose visceral ou Calazar. Parasito que se multiplica em locais onde são fabricadas as substâncias de defesa do organismo. Exemplo: baço, conhecida como Yossainha, fígado, medula óssea também conhecido como stutano.

A Leishmaniose visceral é uma doença de evolução lenta. Pode tornar-se grave e levar à morte caso não haja tratamento.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G5.

Nos textos, constatei que focaram aspectos que evidenciaram a diferença entre os dois tipos de leishmaniose estudados. Apontaram características exclusivas de cada tipo, sem maior aprofundamento, mas houve aprendizagem. Nesse sentido

destaco aqui o depoimento do aluno A2: “Sei que aprendi qual a diferença entre as leishmanioses”.

Referindo à produção do texto, o grupo G5 relatou ter sido necessário ler atentamente para fazer a síntese. Uma aluna desse grupo disse: “A parte da leishmaniose visceral precisou de mais atenção” (A1). Eu quis saber por que, e ela respondeu: “Para a gente não fazer confusão com a leishmaniose tegumentar” (A1).

Instiguei cada grupo para que fizesse a socialização das informações obtidas. A princípio demonstraram certa timidez em falar, mas, à medida que os colegas iam falando, os demais complementavam as ideias expostas. Fizeram a socialização de forma breve, mas focaram aspectos importantes da leishmaniose, como: forma de transmissão dos tipos visceral e tegumentar da leishmaniose, agente etiológico e hospedeiro.

Em seguida, disponibilizei as questões do estudo dirigido (ANEXO A) que fazem parte do caderno elaborado pelo Ministério da Saúde em conjunto com a Fundação Nacional de Saúde – FNS, sob a Coordenação Regional do Estado de Minas Gerais (1996), e expliquei que dariam as respostas utilizando as informações obtidas por eles. Segundo Nérici (1992), o estudo dirigido é uma estratégia de ensino para tornar o educando independente do professor, orientando-o para estudos futuros e participação na sociedade. Nesse sentido, o estudo dirigido serviu como um desencadeador das atividades.

Nas Figuras 8 e 9 são apresentadas as respostas do estudo dirigido desenvolvido com os alunos, que focou a leishmaniose tegumentar e a leishmaniose visceral. Enfatizava a forma de transmissão, os agentes etiológicos, o nome pelo qual cada tipo é conhecido popularmente, sintomas e principais características da infecção em humanos. De posse das informações e a partir da discussão realizada, buscaram fazer a consolidação do conhecimento adquirido.

Figura 8 – Estudo dirigido desenvolvido por alunos do 2º ano do Ensino Médio (PARTE 1)

Estudo dirigido sobre leishmaniose visceral e leishmaniose tegumentar.

1- Marque V para as alternativas Verdadeiras e F para as Falsas.

a) (V) No Brasil, ocorrem duas formas clínicas de leishmaniose: Leishmaniose Visceral ou Calazar e a Leishmaniose Tegumentar Americana, também chamada Ferida Brava.

b) (V) As leishmanioses são transmitidas por um mosquito muito pequeno. É conhecido por flebótomo ou mosquito palha.

c) (F) O agente etiológico do calazar é o *Leishmania brazilliensis* e o da ferida brava é o *Leishmania chagasi*.

d) (F) O cão aparentemente sadio nunca pode estar com calazar!

2- Escolha nos retângulos os termos que completam as frases.

As duas formas clínicas de leishmaniose são:

a) Leishmaniose Visceral, conhecida por Calazar.

b) Leishmaniose Tegumentar Americana também chamada Ferida Brava.

Leishmaniose Visceral Ferida Brava Calazar Leishmaniose Tegumentar Americana

3- Marque com o número 1 o que é relativo a Leishmaniose Visceral ou Calazar e com 2 o que se refere a Ferida Brava.

a) (1) Emagrecimento, fraqueza, crescimento da barriga, anemia, palidez, diarreia, sangramento na boca.

b) (2) Ferida na pele, na mucosa ou em ambas.

c) (1) A raposa é reservatório silvestre, e o cão, o hospedeiro doméstico.

d) (2) Várias espécies de flebótomos podem transmitir a doença.

e) (1) É uma doença de evolução lenta, que pode se tornar grave e motor. Acomete principalmente as crianças de 0 – 9 anos.

4- Redija um texto sobre a LEISHMANIOSE VISCERAL e sobre A LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA, citando os nomes de como são conhecidas, como se contrai, quais são os reservatórios, sintomas e principais características da infecção humana.

A **Leishmaniose Visceral** é conhecida por: Calazar.
A transmissão é apenas através da picada do mosquito.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G4.

Na questão de número 3, na alternativa: e) contém um erro ortográfico. A palavra “motor” se refere à palavra “matar”. Mas isto não foi problema para os alunos.

Figura 9 – Estudo dirigido desenvolvido pelos alunos do 2º ano do Ensino Médio (PARTE 2)

O cão é o reservatório doméstico, e a raposa reservatório silvestre.
 Os principais sintomas são: febre, fraqueza, perda de apetite, emagrecimento, anemia, palidez, aumento do baço e do fígado, comprometimento da medula óssea, problemas respiratórios, diarreia, sangramentos na boca e nos intestinos.
 A leishmaniose visceral, afeta principalmente as crianças.

- A Leishmaniose Tegumentar Americana é conhecida por:

Ferida Brava. É transmitida por diversas espécies de protozoários do Gênero Leishmania. Os reservatórios são os roedores, marsupiais, tamandús, preguiças. Os cães, os equinos e inclusive o homem podem atuar como fonte secundária de infecção.

O primeiro sinal da Tegumentar costuma ser uma única ou várias lesões, quase sempre indolores na pele. Inicialmente, são feridas pequenas, com fundo granuloso e purulenta bordas avermelhadas, que vão aumentando de tamanho e demoram para cicatrizar. Ela afeta principalmente meninos a partir dos dez anos de idade.

5- Qual é o papel do cão em relação ao calazar?

Ele é reservatório doméstico, ele adquire a infecção e desenvolve um quadro clínico semelhante ao do homem.

Elaborado pelo Ministério da Saúde em conjunto com a Fundação Nacional de Saúde – FNS sob a Coordenação Regional do Estado de Minas Gerais (1996).

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G4.

Em relação às questões do estudo dirigido, observei que a questão 1 exigiu que os alunos fizessem uma leitura atenta das alternativas para determinar quais eram verdadeiras e quais eram falsas. O grupo G5 pediu auxílio para organizar a resposta dessa questão, mas deixei que decidissem o que deixariam como resposta. No final, decidiram por uma resposta. Frente a isso, percebi que foram autônomos. Quanto à questão 2, os alunos identificaram os dois tipos de leishmaniose e apresentaram o nome comum, respectivamente. Nenhum grupo errou essa questão,

mas dicas foram dadas para possibilitar que os alunos elaborassem as respostas requeridas. Já a questão 3 exigiu que os alunos identificassem aspectos relacionados à leishmaniose tegumentar e aspectos relacionados à leishmaniose visceral. A questão 4 exigiu que os alunos demonstrassem habilidade para completar frases que formavam pequenos textos. Foi uma questão em que os alunos precisavam organizar as ideias para, então, concluí-la. A questão 5 tratava de uma pergunta direta referente ao papel do cão em relação ao calazar, e os alunos responderam de forma descritiva, mas sucinta. Observei que não tiveram dificuldade para respondê-la.

Para Libâneo (1994), o estudo dirigido apresenta a função de consolidar os conhecimentos por meio de uma combinação da explicação do professor com exercícios e a função de levar à busca da solução dos problemas por meio de questões que os alunos possam resolver criativamente e de forma independente.

Nessa atividade do estudo dirigido os alunos tiveram que recorrer às informações obtidas sobre a diferença entre leishmaniose tegumentar e visceral e às informações socializadas pelos grupos. Todos os grupos conseguiram encontrar respostas para todas as questões. O trabalho foi realizado em grupo e o aluno A3 argumentou: “o trabalho em grupo é mais bem desenvolvido do que feito só, aprende-se mais e fica mais leve”. Para Quartieri (2012), esse tipo de atividade desenvolve o espírito de equipe, o senso de responsabilidade, a cooperação, o respeito entre os membros do grupo e as interações entre o grupo e os outros grupos, o que favorece as discussões, a análise crítica e a reflexão.

Solicitei que, uma vez respondidas as questões dadas, cada grupo deveria elaborar três questões e repassar a outro grupo para serem respondidas. Apenas o grupo G4 conseguiu completar a atividade. A aula finalizou e essa fase ficou para o encontro seguinte. Antes de sair da sala, disponibilizei o questionário sobre o desenvolvimento da aula (APÊNDICE E) para responderem individualmente em casa.

Foi uma aula que transcorreu normal, com os alunos interessados. Constatei que houve muita discussão para formularem cada resposta e que as informações sempre eram tidas como importante para eles, o que favoreceu a aprendizagem.

Considerarei que foi uma atividade que possibilitou aos alunos reorganizarem as ideias sobre os dois tipos de leishmanioses estudadas, concretizando um aprendizado.

4.3 Encontro 3: Elaboração de questões e socialização das respostas

Ao iniciar a aula, recebi dos alunos o questionário com as suas percepções relacionadas com a aula anterior. No questionário, os alunos mencionaram: “A atividade foi legal, nos juntamos em grupo, onde tivemos a oportunidade de discutir sobre a atividade” (A1). “Por meio da atividade aprendemos algumas coisas sobre a leishmaniose, que por sinal são muito interessantes” (A3). A partir dos depoimentos, percebi que o trabalho em grupo teve importância para os alunos e que demonstraram interesse e aprendizado.

Neste encontro, os grupos completaram a atividade de elaboração das três questões, trocando-as entre os grupos. Para exemplificação, apresento, no Quadro 2, três questões organizadas por um grupo de alunos.

Quadro 2 – Questões sobre a leishmaniose elaboradas por alunos do 2º ano do Ensino Médio

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1- Cite os vetores da LTA:2- Por quanto tempo as lesões cutâneas podem persistir e pode ocorrer cura espontânea?3- Qual é o período de incubação da leishmaniose visceral no homem e quando ocorre o aparecimento dos primeiros sintomas? |
|---|

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G3.

Quanto à questão 01, os alunos conseguiram apresentar corretamente os vetores da leishmaniose tegumentar americana, o que significa que identificaram os vetores desse tipo de leishmaniose. Na questão 2, os alunos responderam que não há tempo determinado para a persistência das lesões, mas houve aqueles que não deram resposta à segunda parte da questão, o que pode significar que faltou

atenção ao lerem as questões. Para a questão 3, os alunos apenas indicaram um quantitativo em meses para a primeira parte da questão e outro quantitativo em dias para a segunda parte da questão. Penso que, por serem alunos do ensino médio, suas respostas podia ser mais elaboradas, apesar dos períodos citados estarem corretos.

Nessa atividade, o grupo G1 teve dificuldade em dar resposta a uma das questões. Disseram não ter entendido o enunciado. Então sugeri que alguém do grupo fosse até o grupo elaborador da questão para pedir explicação. Assim o fizeram e conseguiram apresentar uma resposta para tal questão. Também percebi a mesma situação com outro grupo, o G5, e sugeri o mesmo procedimento do grupo G1. Esse grupo também conseguiu formular a sua resposta após conversar com o grupo que elaborara a respectiva questão. Com este evento, fica notório que os enunciados de questões devem ser inteligíveis, para que os alunos compreendam e tenham possibilidade de formularem respostas.

Na sequência, direcionei para fazerem a discussão das respostas em uma roda de conversa. Um grupo apresentava a resposta para uma questão e os demais concordavam ou não, argumentando acerca daquilo que julgavam possivelmente estar errado ou certo. Quando eu percebia que alguma resposta se distanciava daquilo que a ciência conceitua, fazia a intervenção, mas sempre deixando que os alunos argumentassem. Nos argumentos notei que havia confusão relacionada com os agentes etiológicos da leishmaniose tegumentar americana e da leishmaniose visceral e dos sintomas. Assim, houve necessidade da minha intervenção na conversa, para explicar de modo que os alunos compreendessem e sanassem as dúvidas.

Neste dia verifiquei que alunos do grupo G3 e do grupo G4 estavam desatentos e em conversa paralela, mas, antes mesmo de me manifestar, a aluna A2 do grupo G5 chamou atenção deles, dizendo: “Este trabalho é importante tanto para nós quanto para o professor; vamos concentrar apenas na atividade”. Mesmo assim fui até eles e questionei por que não se envolviam com a atividade. Disseram: “É por que estamos por fora...” (A4). “Faltamos na aula passada” (A5). Então, esses alunos se aquietaram, participaram e a atividade foi concluída.

Nesta aula ficou evidente que a interação entre alunos pode contribuir para que tenham possibilidade de construir conhecimento. Segundo Silva e Navarro (2012, p. 98), “o aluno, enquanto sujeito, constrói o seu conhecimento, bem como sua realidade social através das interações”. Para as autoras, essa visão de aprendizagem ressalta a construção do significado e do conhecimento como um processo social em que os participantes, por meio do diálogo, criam um conhecimento.

Seguindo a aula, apresentei a atividade seguinte, que se constituía de duas partes: a busca de dados relacionados à ocorrência da leishmaniose no Brasil e no Estado de Minas Gerais e análise comparativa dos dados obtidos, relatada em um texto. Segundo Alves *et al.* (2012, p. 3) “sensibilizar os alunos do Ensino Médio à produção textual influi de forma positiva na capacidade de socializar saberes e construir conhecimentos”. Em concordância com Alves (2012), Antunes (2010, p. 60) ressalta que “a maturidade na atividade de escrever textos adequados e relevantes é uma conquista possível a todos”.

Em continuidade, informei que a atividade era extraclasse, a ser realizada como tarefa de casa e entreguei o questionário referente à aula para ser respondido também em casa. Nesse questionário os alunos mencionaram argumentos positivos quanto à atividade desenvolvida e à aprendizagem. Vale destacar aqui o que alguns alunos expressaram sobre a atividade: “Foi muito produtiva, pois com o que aprendemos criamos perguntas para nossos colegas responderem, fazendo a interação dos alunos uns com os outros” (A5). “Foi muito legal e gostei muito de ter respondido aquelas perguntas que os alunos criaram” (A6). “Poderia ter tido mais questões, pois foi interessante e despertou o interesse de aprender mais” (A7). Pelos depoimentos, notei que os alunos se mostraram motivados.

Nesta aula três constatei, especificamente na elaboração de questões, que os grupos versaram acerca dos agentes etiológicos, sintomas, meios de prevenção, ciclo de vida do flebótomo, tempo de persistência da ferida brava e Estados com maior incidência. Percebi que os alunos demonstravam certa preocupação com esses aspectos citados.

4.4 Encontro 4: Leishmaniose em Minas Gerais e no Brasil

Antes de seguir com a atividade, formalizei questionamentos orais aos alunos focando aspectos do estudo dirigido e dos textos obtidos por eles. Recolhi dos grupos a análise comparativa feita na forma de relato escrito contendo informações da ocorrência da leishmaniose no Brasil e em Minas Gerais para análise posterior.

Questionei como foram obtidas as informações, se tinham recorrido a fontes confiáveis e constatei que utilizaram dados oficiais do Ministério da Saúde, registrados em tabelas com índices organizados por região. Observei que, nas tabelas, os dados de cada Estado, dados de cada Região e do Brasil, de modo geral, eram relativos a dois períodos: de 1984 a 2002 e de 2000 a 2013. Alguns grupos também obtiveram dados relativos à letalidade da leishmaniose no Brasil.

Neste dia faltou água no bairro e a Direção da escola pediu para dispensar os alunos, assim outras fases da atividade programada ficaram para outro encontro. Mas, apesar de não ter sido concluída a atividade na totalidade, ainda assim disponibilizei o questionário para relatarem aquilo que se referia à parte extraclasse.

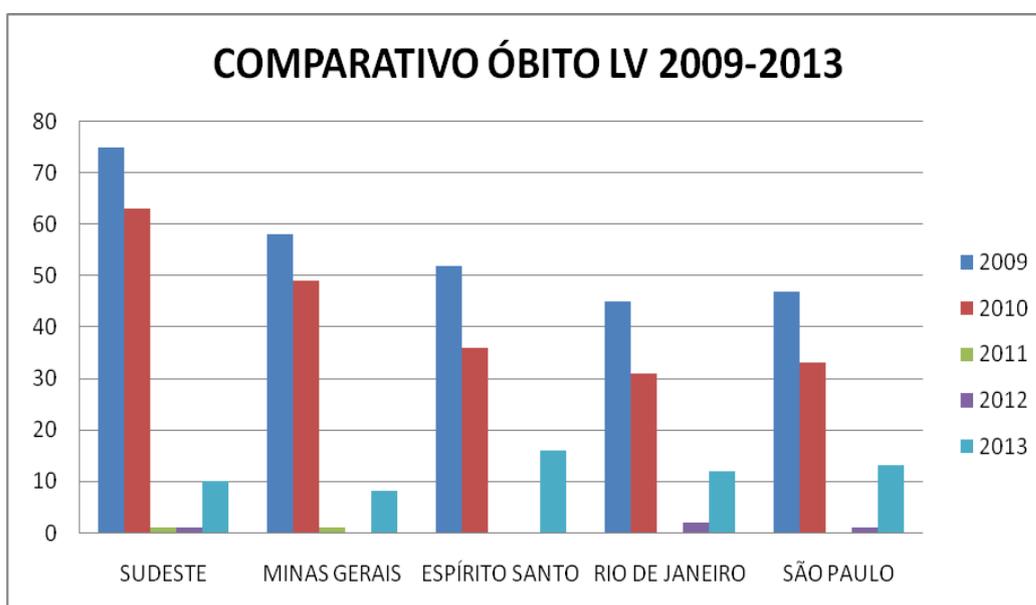
Em relação à análise comparativa realizada por grupo, posso comentar que os alunos buscaram informações oficiais do Ministério da Saúde no Sistema de Informação de Agravos de Notificação/ Sistema de Vigilância em Saúde/ Ministério da Saúde - SINAN/SVS/MS. Apresentaram dados dos casos da leishmaniose visceral por Unidade Federada do Brasil do período 1984 a 2002. Os alunos do grupo G1 observaram que no Estado de São Paulo só aparecem casos a partir do ano 2000. No Distrito Federal não houve registro. Os Estados de Roraima, Tocantins, Mato Grosso, Goiás, Espírito Santo e Rio de Janeiro tiveram índices razoavelmente baixos. A região Nordeste apresentou o maior índice de casos.

Para os dados de 2000 a 2013, o grupo G3 relatou que no Brasil a letalidade da leishmaniose visceral tem índice na média de 6,7. Os Estados de Rondônia, Amazonas, Amapá, Rio Grande do Sul apresentaram índice zero. Já o grupo G4 destacou que no Estado de Minas Gerais, o maior índice de letalidade para a leishmaniose visceral foi de 11,7, em 2013, e o menor de 2,8, no ano 2000.

Quanto aos óbitos, apresentaram índices do ano de 2000 a 2013. O grupo G2 apresentou que, na região Nordeste, os maiores índices estavam em média de

112 casos por ano. No Estado de Rondônia o índice foi 01(um) no ano de 2004. Nos Estados do Acre, Amazonas, Santa Catarina, Amapá e Rio Grande do Sul nenhum índice foi registrado. Já os Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Paraná, Distrito Federal tiveram índice muito baixo de casos. O Estado de Minas Gerais, uma média de 36 casos de óbitos por ano. Já o grupo G5 destacou que a incidência da Leishmaniose Visceral no Brasil teve a região Nordeste à frente no período de 1990 a 2013. A região Sul, nesse período, teve índice zero. No Estado de Minas Gerais a taxa variou de 0,4 a 2,4. Não foi solicitado, mas o grupo G1 quis fazer, por meio de um gráfico, um comparativo entre a região Sudeste e cada Estado dessa Região (FIGURA 10). Os alunos desse grupo sabiam utilizar *Microsoft Office Excel* e não necessitaram do meu auxílio.

Figura 10 – Gráfico comparativo de óbito causado por Leishmaniose Visceral na região Sudeste (2009 a 2013), elaborado por alunos do Grupo G1 do 2º ano do Ensino Médio, a partir de informações do sistema SINAN/SVS/MS do Ministério da Saúde

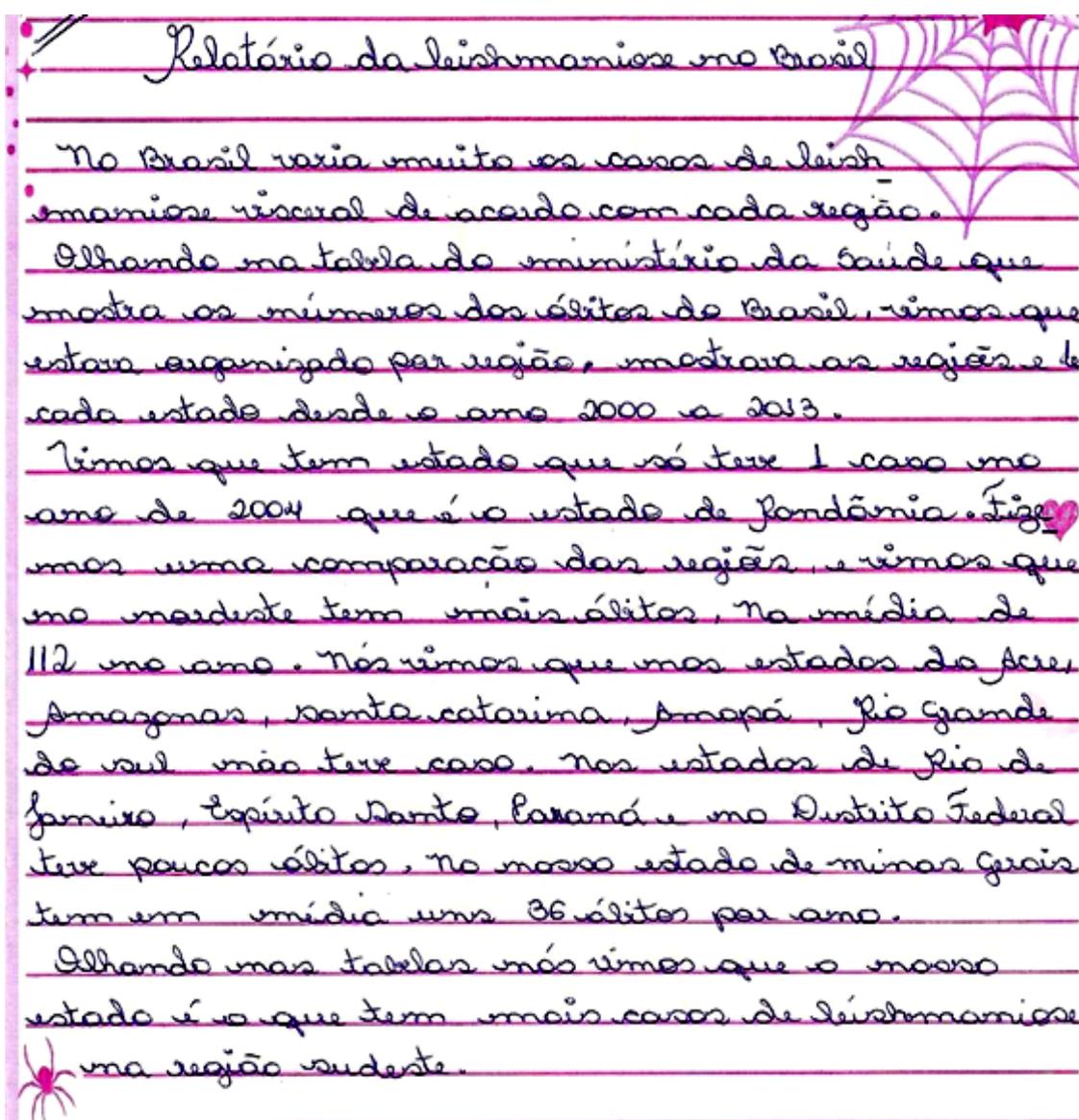


Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G1.

Conforme o gráfico da Figura 10, os alunos representaram a situação da leishmaniose no Estado de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo. Uma vez que representaram dados de cada Estado, não havia necessidade

de mostrar também o quantitativo geral dos casos de óbito na Região Sudeste, que aliás, está com erro de representação. A Região sudeste deveria está representada pela soma da situação de todos os Estados. Para mim, as observações apresentadas possibilitaram concretizar o objetivo da aula. Assim, na sequência apresento, nas Figuras 11 e 12, alguns dos textos produzidos pelos grupos.

Figura 11 - Comparativo da leishmaniose no Brasil, elaborado por alunos do Grupom G2 do 2º ano do Ensino Médio, a partir de informações do sistema SINAN/SVS/MS do Ministério da Saúde (TEXTO 1)



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G2.

Figura 12 - Comparativo da leishmaniose no Brasil, elaborado pelos alunos do Grupo G5 2º ano do Ensino Médio, a partir de informações do sistema SINAN/SVS/MS do Ministério da Saúde (TEXTO 2)

Quando fizemos a comparação dos números de casos de leishmaniose visceral no Brasil, podemos observar incidência dessa doença nas regiões do Brasil.

Na região sul não teve caso desde 1990 até 2013. Mas a região Nordeste é a região que sai na frente desde 1990 até 2013.

Quanto a Minas Gerais, observamos que também fica na frente no número de casos da leishmaniose visceral. Em Minas a taxa varia de 0,4 a 2,4. Observamos também que tem regiões com estados com baixo número de casos, sobre a letalidade os estados do Rio Grande do Sul, do Amazonas, Rorônia e Amapá não tiveram casos.

Nos tabelas que nós observamos deu para ver como a doença ocorre no Brasil e no Estado de Minas Gerais. Podemos dizer que o povo do novo estado precisa ficar atento para se prevenir e controlar essa doença.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G4.

Os textos acima mostram que os alunos relataram informações comparativas. No texto da Figura 11, especificamente, os alunos demonstraram preocupação com a questão da prevenção e controle da doença, além de informações relacionadas com os índices da leishmaniose. Ao ler a análise comparativa elaborada pelos grupos, percebi que conseguiram ter uma visão detalhada da situação do Estado de Minas Gerais em relação à situação do Brasil. Constatei que assimilaram que em Minas Gerais a situação tem controle, apesar de estar à frente dos índices. Já no texto da Figura 12, notei que os alunos utilizaram matemática para calcular e apresentar a média de casos no Nordeste. De fato, essa

média foi calculada, pois as tabelas com as quais estavam trabalhando não apresentavam dados de médias dos casos.

Quanto aos depoimentos dos alunos relativos à atividade de buscarem e fazerem comparativo da situação da leishmaniose no Brasil e em Minas Gerais, os alunos disseram que a atividade foi importante para o conhecimento. Na figura 13 exibido depoimento que retrata a percepção deles relativa à atividade e à aprendizagem.

Figura 13 – Depoimento do aluno A3, relacionado à atividade desenvolvida sobre a leishmaniose no Brasil e em Minas Gerais

Essas novas atividades estão bem interessantes.
Além de importantes para o nosso conhecimento,
são bem descontraídas.

Aqui aprendi e tive uma noção da inci-
dência leishmanioses no Brasil, principal-
mente em Minas Gerais.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Esse depoimento demonstra que a atividade foi importante e descontraída e que houve aprendizagem. Ainda destaco aqui outras menções dos alunos relativas à aula, na qual analisaram informações da leishmaniose no Brasil e no Estado de Minas Gerais:

Foi algo muito importante, pois podemos observar o número de incidências ocorridas ao longo do tempo em nosso Estado (A6).

Nós aprendemos a discutir atividades em grupo, tendo a participação dos colegas. Também aprendemos o número de incidência de leishmaniose visceral em nosso Estado e no nosso país (A8).

Este encontro se fundamentou no pensamento de Klüber e Burak (2008, p.

21), segundo os quais atividades desse tipo “encaminham os alunos para a procura de materiais e subsídios teóricos dos mais diversos, os quais contenham informações e noções prévias sobre o que se quer desenvolver/pesquisar”.

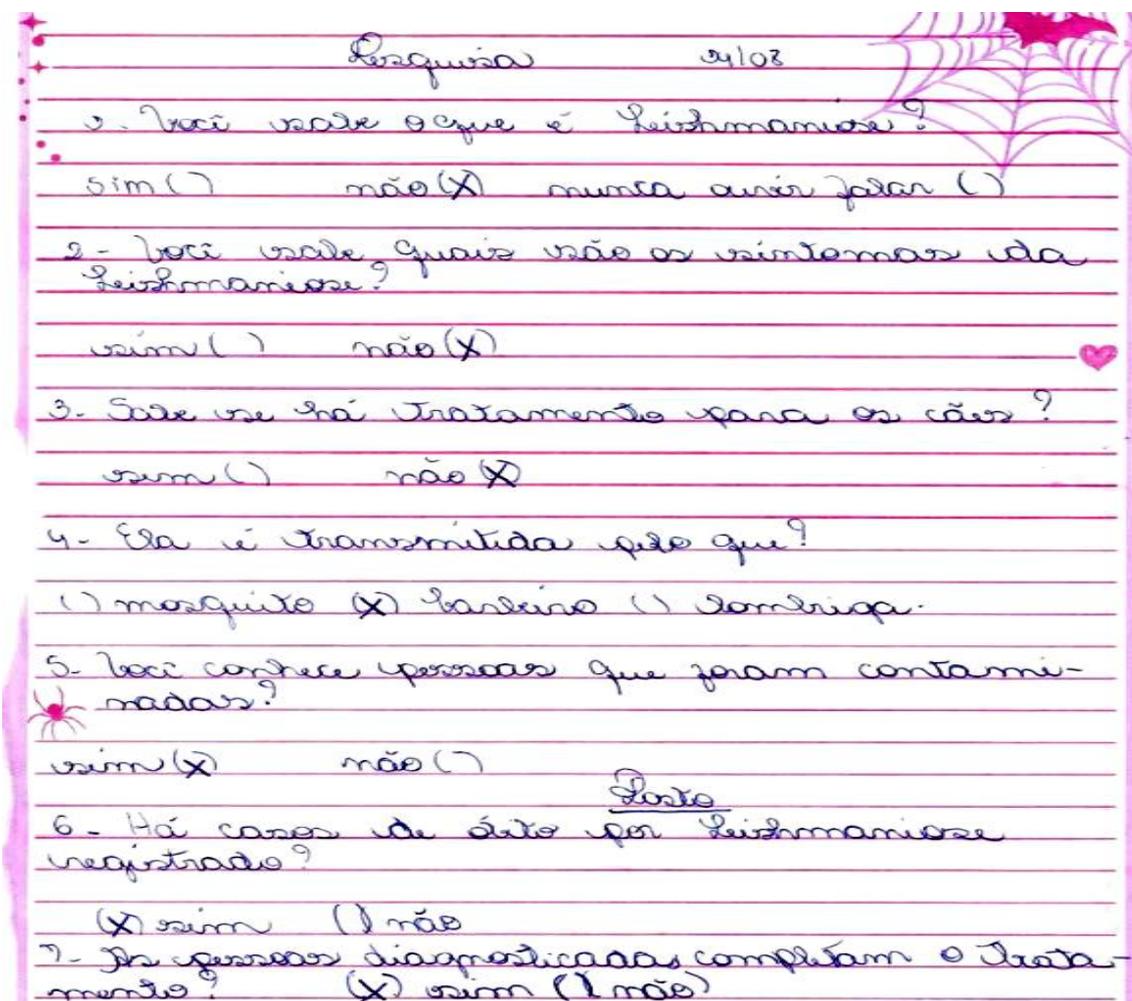
A partir da qualidade dos dados apresentados pelos alunos, ficou evidente que estavam com interesse em conhecer aspectos da ocorrência da zoonose. Ademais, o questionário respondido, ao final da aula, reforçou a evidência de que o trabalho foi interessante para o conhecimento e, conseqüentemente, para a aprendizagem.

4.5 Encontro 5: Elaboração de roteiro de entrevista com a comunidade

Nesta aula, explicitarei as informações relativas à pesquisa que os grupos fariam com a comunidade rubinense para obterem dados da ocorrência da leishmaniose. Ficou determinado que cada grupo entrevistasse vinte pessoas de bairros diferentes, dentre elas dois agentes de cada Posto de Saúde da Família. Cada grupo trabalhou na elaboração do seu roteiro, mas, de forma geral, trocaram informações entre si. Decidiram elaborar algumas questões específicas para o pessoal dos Postos de Saúde da Família e que algumas questões seriam iguais para todos. Não fiz interferência nesse sentido. Também não especifiquei quantidade de questões para o roteiro. Cada grupo determinou um número de questões para o roteiro, mas lembrei a eles que os roteiros não poderiam ser muito longos. Na Figura 14 faço a demonstração de um roteiro elaborado pelos alunos.

Enquanto os grupos trabalhavam na elaboração dos roteiros, uma aluna do grupo G5 disse: “Meu esposo já ‘pegou’ leishmaniose tegumentar” (A1). Explicou que tinham sido três lesões na face, que o medicamento não fazia efeito e que o médico precisou reforçar a dosagem. Acrescentou: “Minha cadelinha também morreu e eu tenho certeza que foi de leishmaniose” (A1). Não fiz comentário nem questionamentos.

Figura 14 – Roteiro criado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, para realização de entrevista com a comunidade



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G1.

Nesse roteiro, os alunos focaram no que é leishmaniose, nos sintomas, na transmissão e perguntaram se o entrevistado conhecia pessoas que já foram contaminadas, além de outros aspectos direcionados aos funcionários do PSF - Posto de Saúde da Família, como mostra a Figura 14. Foram questões diretas e que possibilitaram uma visão sobre o que as pessoas sabem dessa doença.

Os grupos finalizaram os roteiros e fizemos as cópias, pois cada grupo entrevistaria vinte pessoas. Expliquei que a pesquisa aconteceria extraclasse. Também passei a eles o questionário para relatarem a atividade daquele dia. Nas respostas do questionário, os alunos desenvolveram argumentos significativos com

relação a essa atividade de pesquisa com a comunidade. Expuseram que foi uma atividade interessante e importante para todos. Também se expressaram em relação ao contato com as pessoas:

Achei muito interessante em poder saber a opinião das outras pessoas sobre a leishmaniose (A9).

Foi interessante porque receberemos informações da sociedade a respeito da leishmaniose (A10).

Nesses depoimentos os alunos manifestaram suas percepções sobre a atividade de pesquisa e valorizaram o fato de poderem estabelecer contato com as pessoas, ressaltando a importância da opinião delas. Trocaram informações e decidiram as questões, o que considero importante para a construção do conhecimento, pois se mostraram ativos na aprendizagem. Segundo Chaves (2005, p. 28),

podemos, a partir da prática, da interação do sujeito com o objeto que ele deseja conhecer, construir o formal para depois utilizar em situações variadas e mais ampliadas. Além disso, [...] é possível desenvolver no aluno criatividade, autoconfiança e criticidade, competências importantes para qualquer fase da vida.

Portanto, por meio da interação em situações diferentes, há possibilidade do desenvolvimento do aluno. Neste dia, constatei que os alunos interagiram de modo expressivo no grupo e com os outros grupos. Como ressalta Chaves (2005), a interação do aluno com algo que ele deseja conhecer é importante para o seu desenvolvimento. Penso que uma atividade a ser desenvolvida fora da escola motiva os alunos e os torna autoconfiantes.

4.6 Encontro 6: Organização de quadros e gráficos a partir da entrevista com a comunidade

No início deste encontro, percebi agitação dos alunos. Questionei o que estava acontecendo e o aluno (A11) expressou: “Professor acabamos de sair da aula de matemática”. Fiquei com receio, pois naquele dia o trabalho envolveria números. Sugeri então que se tranquilizassem e comesçassem a fazer a análise dos dados da pesquisa com a comunidade. Sugeri que fossem construídos quadros de dados e

assim o fizeram, manualmente.

Os grupos organizaram os quadros de diversas formas. O grupo G2 construiu pequenos quadros para cada questão do roteiro de pesquisa, em que dispuseram dados de cada bairro da cidade. O grupo G1 utilizou a mesma técnica, mas se adiantaram e construíram pequenos gráficos de algumas situações pesquisadas por eles. Já o grupo G5 reclamou da ausência de membros daquele grupo e que não haviam entregado o material da pesquisa. Os grupos G3 e G4 não conseguiram concluir a atividade, mas se comprometeram em finalizar o trabalho em casa. Com relação aos quadros organizados pelos alunos, na Figura 15 apresento o quadro do Grupo G2 que demonstra como os alunos dispuseram os dados.

Figura15 – Quadro organizado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, a partir de dados obtidos em entrevista com a comunidade

Tabelas

1. Você sabe o que é dengue?

Bairro	Sim	Não
Ipê	2	
Guarani	2	
Belavista	4	
Aracada	4	1
Esplanada	1	
nozari I	1	

2. Você conhece mosquito transmissor?

Bairro	Sim	Não
Ipê		2
Guarani		2
Belavista	2	2
Aracada		5
Esplanada	1	
nozari I		1

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G2.

Nesse exemplo, os alunos utilizaram questões do roteiro com quantitativo de

resposta “sim” e “não” por bairro, conforme mostrado na Figura 15. A seguir apresento a Figura 16 que traz a demonstração de mais um quadro organizado. O fato de apresentar outro quadro tem o propósito de mostrar que houve variação no padrão em cada grupo.

Figura 16 – Quadro de dados da pesquisa com a comunidade, criada por alunos do 2º ano do Ensino Médio

Tabela de Pesquisa
Leishmaniose

Bairro: Alvorado

	Sim	não
Conhecem	11 pessoas	4 pessoas
sabe dos sintomas	5 pessoas	7 pessoas
conhece a diferença de Leish. Teg. / Leish. Vie.	3 pessoas	9 pessoas
conhece a Triamis.	10 pessoas	2 pessoas
Qual o agente transmissor	7 pessoas	6 pessoas
conhece o tratam.	4 pessoas	8 pessoas
Algum cão nos ruas	9 pessoas	3 pessoas
contaminação de pessoas.	11 pessoas	1 pessoas
visita do agente de zoonoses.	5 pessoas	7 pessoas
Orientação de agen. sobre a Leish.	3 pessoas	9 pessoas.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G5.

No quadro acima, os alunos utilizaram os quantitativos das respostas “sim” e “não” obtidas para as perguntas da pesquisa com a comunidade. Em relação às

percepções dos alunos relatadas sobre a pesquisa efetivada com a comunidade, alguns expressaram:

Além de aprender cada vez mais com o trabalho, descobri que as pessoas sabem muito pouco, quase nada da leishmaniose. Poderíamos usar este trabalho para colocar a população em alerta (A12).

A aula foi muito bem sucedida, o trabalho realizado nos trouxe muita aprendizagem (A13).

Os depoimentos destacados são interessantes, pois, pelo que está exposto no depoimento do aluno A12, a pesquisa realizada com a comunidade despertou preocupação em fazer com que a população conheça os aspectos da leishmaniose, para terem os cuidados necessários. Isso leva a pensar na importância da educação em saúde. Nesse sentido, Levy (2002) traz que devem ser oferecidas condições para que as pessoas desenvolvam o senso de responsabilidade, tanto para a sua saúde, quanto pela saúde da comunidade.

Por meio dos depoimentos dos alunos do Grupo G3, constatei que estes demonstraram aprendizagem e formação da consciência de cidadania. Ao final da aula, informei que aquele trabalho teria continuação na aula seguinte.

4.7 Encontro 7: Construção e análise de gráficos

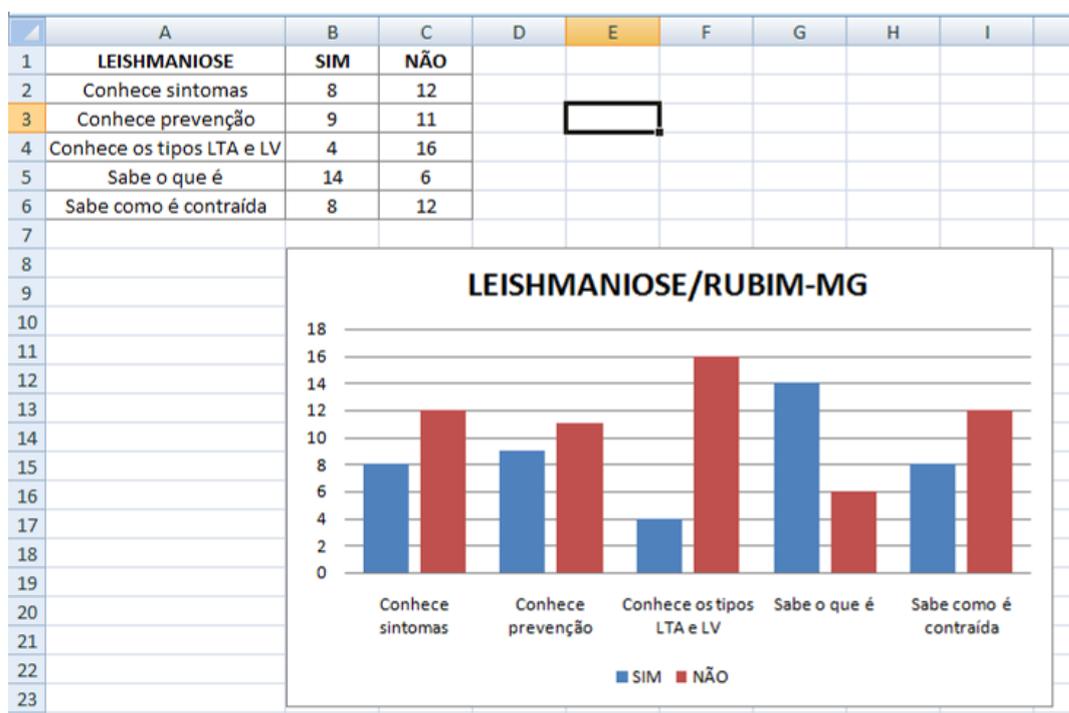
Neste encontro os grupos continuaram com a atividade de construção de gráficos e análise dos dados que obtiveram a partir da pesquisa com a comunidade. Como os grupos tinham quadros prontos, solicitei que fossem gerados gráficos. A partir disso, levei os grupos para o laboratório de informática para gerarem os gráficos, utilizando os computadores. Constatei que cada grupo foi reorganizando os quadros, valendo-se da ferramenta de produtividade do *Linux* Educacional, o editor de planilhas, *LibreOffice Calc*.

O grupo G4 argumentou que teve problema com os dados referentes ao atendimento de casos de leishmaniose nos Postos de Saúde da Família - PSF. O grupo fez confusão com aqueles dados, não conseguindo organizá-los, mas trabalhou com os outros dados coletados. Sugerí que gerassem o gráfico e verificassem a possibilidade de leitura e compreensão. O grupo gerou o gráfico e

afirmou que, a partir dele, seria possível compreender a situação da leishmaniose representada.

Já o grupo G2 teve problema com a reorganização dos quadros utilizando a ferramenta computacional, mas auxiliei o grupo no sentido de possibilitar que pudesse completar a atividade. Apesar de pensar que não fazia diferença, disponibilizei ao grupo o meu *notebook*, no qual puderam utilizar a planilha *Microsoft Office Excel* e um colega de outro grupo também auxiliou o Grupo G2. Um exemplo de gráfico gerado pelos alunos está apresentado na Figura 17.

Figura 17 – Quadro e gráfico construído por alunos do 2º ano do Ensino Médio

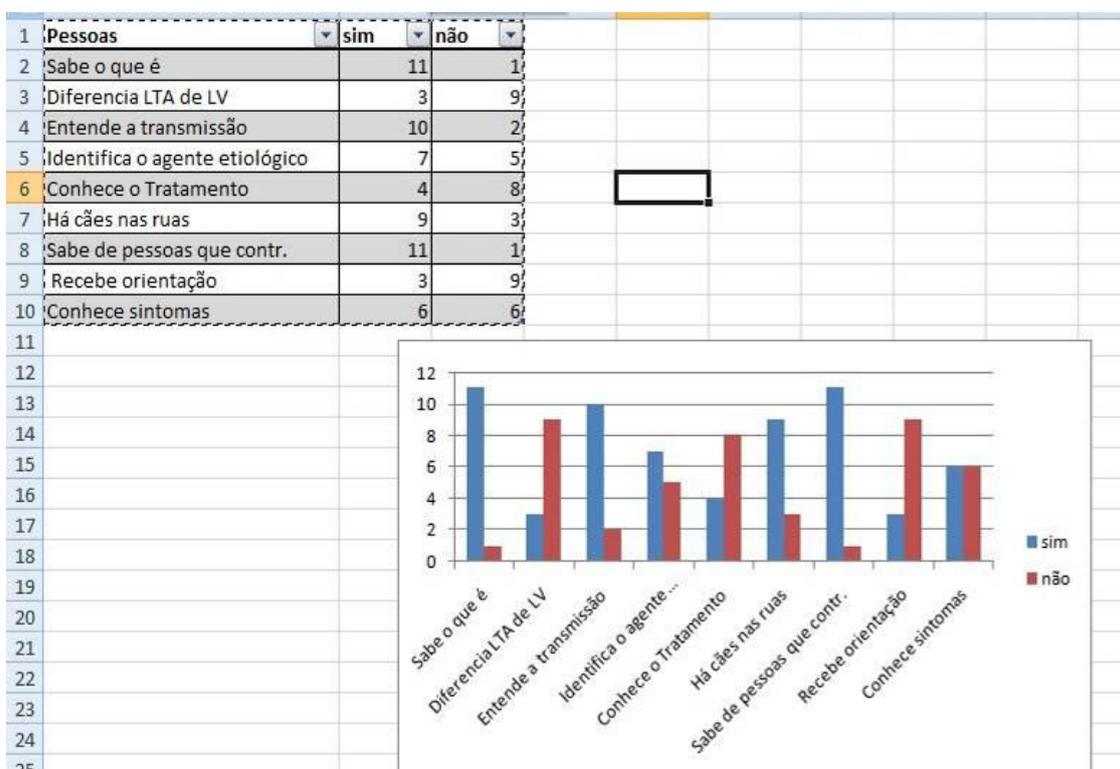


Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G2.

De acordo com a figura acima, foi criado um quadro com dados mais sintetizados para a geração do gráfico, enfatizando o que estava representado com um título. Os grupos desenvolveram a atividade com tranquilidade. Houve grupo que não necessitou de ajuda para lidar com a ferramenta, no entanto, no grupo G5 alguns alunos demonstraram menor habilidade, mas que não interferiu no trabalho.

Uma aluna do grupo G3 comentou: “Professor, esta atividade foi interessante, pois geramos gráficos sem muito esforço. Bem diferente de fazer a mão livre” (A14). Outro aluno fez um comentário relativo ao que observou na leitura dos gráficos. “Com a atividade desenvolvida percebemos no gráfico o quanto as pessoas não conhecem a leishmaniose” (A15). Percebi que, para utilizar recursos tecnológicos, o professor deve conhecê-los a fim de auxiliar os alunos no desenvolvimento de atividades. Nesse aspecto, Moretto (2003, p. 115) enfatiza que “é preciso que o professor conheça as tecnologias disponíveis para apoio pedagógico e as melhores técnicas [estratégias] de intervenção pedagógica, de modo a criar as melhores condições para que o aluno aprenda”. Nas Figuras 18 e 19, apresento gráficos gerados por dois grupos.

Figura 18 – Quadro e gráfico com dados da pesquisa realizada por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G5

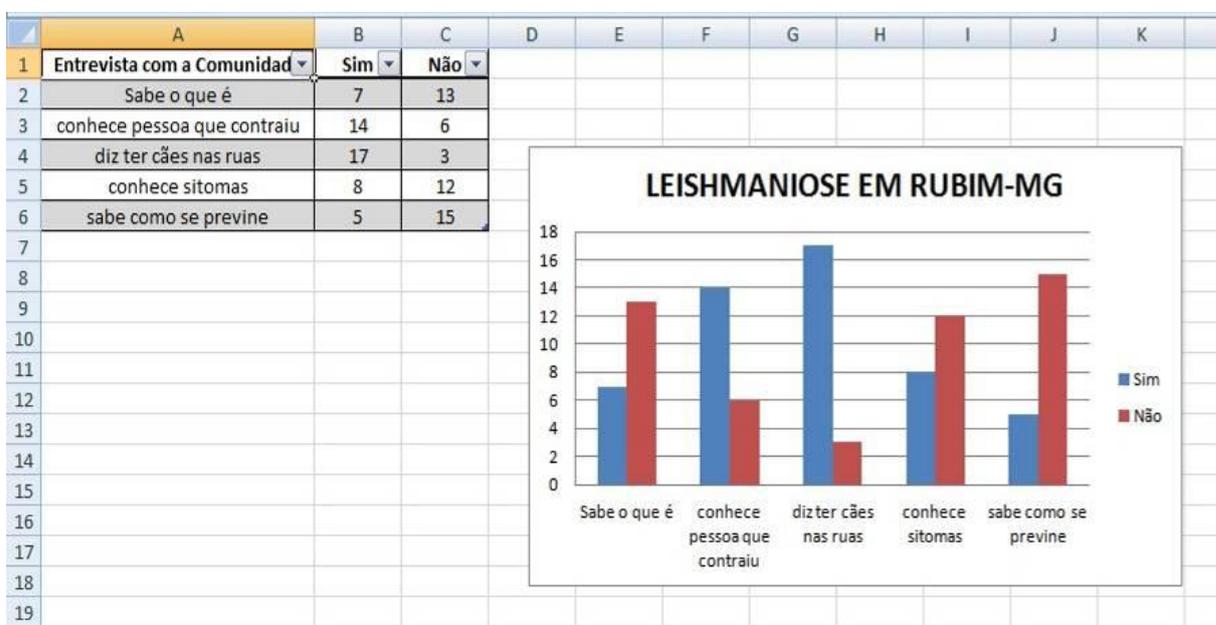


Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Para criar o gráfico de barras da Figura 18, o grupo G5 utilizou as questões do roteiro de pesquisa, sintetizado com os quantitativos de respostas sim e não. O

grupo utilizou o questionário de 12 pessoas, pois membros do referido grupo não apresentaram os dados que coletaram. Saliento que não foi determinado o tipo específico de gráfico. Os alunos decidiram qual tipo usar. Analisando, constatei que o gráfico possibilita fazer uma leitura sobre o que a comunidade conhece da leishmaniose.

Figura 19 – Quadro e gráfico criado por alunos do Ensino Médio, Grupo G3, com dados da pesquisa realizada na comunidade



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Na Figura 19 os alunos geraram um gráfico seguindo o mesmo padrão do gráfico anterior. Utilizaram as questões do roteiro de pesquisa sintetizadas com os quantitativos de respostas sim e não. Esse gráfico permite uma leitura das informações representadas.

Foi proposta e realizada uma discussão breve para analisar a coerência dos gráficos. Nessa discussão os alunos argumentaram que poderiam ter sido gerados outros gráficos com os dados organizados de outra forma, mas expliquei que, por meio dos gráficos gerados, há possibilidade de saber o que a comunidade conhece

da leishmaniose. Os gráficos possibilitaram aos alunos uma visão do resultado daquilo que pesquisaram. O resultado foi, sem dúvida, positivo e houve aprendizagem.

A partir dos gráficos relativos à pesquisa com a comunidade, estava previsto que os alunos produzissem um texto expondo as suas percepções. Conforme interesse dos mesmos, não produziram o texto contendo as suas percepções relacionadas à pesquisa feita, mas teceram uma discussão em que socializaram os resultados obtidos. Na socialização, os alunos iam descrevendo oralmente as suas percepções e se mostraram surpresos com a falta de conhecimento da população relacionada à doença. Não seguiram ordem por grupo. Uns iam completando a fala dos outros. A discussão foi significativa para a construção do conhecimento dos alunos.

Nesta aula, analisando o envolvimento dos alunos na elaboração dos gráficos, observei que, talvez por estarem no laboratório de informática, os alunos demonstraram muito interesse e satisfação. Como explica Senne (2001), quando o ambiente é livre de repressão e de interferência direta, torna-se um espaço de liberdade e confiança, alegria e prazer, tanto para o aluno mediado pelo professor, como para o próprio professor. Desse modo, constatei que o laboratório de informática se transformou em um ambiente atrativo e, conseqüentemente, favoreceu a aprendizagem.

Também constatei companheirismo e interatividade para completarem a atividade. Notei que a colaboração surgiu espontaneamente e serviu como meio para a aprendizagem. Segundo Miguel e Natti (2009, p. 23), nas atividades de modelagem matemática “há uma cooperação no decorrer das atividades, maior diálogo entre os participantes do grupo, dando oportunidade de expor e aceitar novas ideias, de refletir melhor a atividade e de resolver com mais facilidade”.

Ao final da atividade disponibilizei o questionário para registrarem as percepções sobre as atividades e a aprendizagem. Os alunos expressaram que a utilização do laboratório de informática foi interessante e despertou interesse do grupo em aprender, o que confirmou as minhas percepções. Na Figura 20 apresento depoimentos que realçam o que foi exposto.

Figura 20 – Depoimentos do aluno A10 relacionados às atividades do sétimo encontro

Foi muito interessante, podemos desenvolver nesta aula uma tabela na sala de computação, o que faz
Hoje podemos aprender fazer tabelas e gráficos no programa de computador. Também podemos desenvolver atividade de Biologia com matemática ou seja problemas envolvendo a leishmaniose.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Ainda em relação à utilização do computador, transcrevo outros relatos dos alunos: “Com o computador ficou fácil de fazer os gráficos” (A5); “Usar computador para fazer esta atividade foi bem tranquilo... a gente fica mais animado para estudar” (A20).

Esses depoimentos apresentados vêm confirmar que desenvolver atividade educativa com o auxílio de recurso tecnológico agrada aos alunos que também confirmam ter ocorrido aprendizado. Segundo Silva (2010, p. 81), “o computador é um instrumento que apresenta a capacidade de dinamizar o processamento e gerenciamento da informação”. Para Borba (2014, p. 17), “as dimensões da inovação tecnológica permitem a exploração e o surgimento de cenários alternativos para a educação [...]”. Nesse sentido, o que ficou é que talvez outros ambientes propiciem aos alunos aprenderem e não somente em sala de aula.

Buscando contemplar o objetivo de identificar e explorar relações entre Biologia e Matemática, existentes no tema leishmaniose, a partir do desenvolvimento de atividades pedagógicas, e visando à melhoria na aprendizagem dos alunos, promovi uma contextualização a partir de gráficos e quadros. Para tanto, foram desenvolvidas as atividades das aulas de número oito, nove e dez que descrevo sequencialmente.

4.8 Encontro 8: Levantamento de informações da ocorrência da leishmaniose no município de Rubim - MG

Dois agentes do Setor de Zoonoses da Secretaria Municipal de Saúde de Rubim compareceram a este encontro, conforme combinação prévia. Informei aos alunos que, a partir daquela conversa com os agentes, eles obteriam as informações necessárias para demonstrarem a evolução da leishmaniose em Rubim. Considerei este momento como sendo uma roda de conversa e, de acordo com Gatti (2005, p. 13):

Com esses procedimentos, é possível reunir informações e opiniões sobre um tópico em particular, com certo detalhamento e profundidade, não havendo necessidade de preparação prévia dos participantes quanto ao assunto, pois o que se quer é levantar aspectos da questão em pauta considerados relevantes, social ou individualmente, ou fazer emergir questões inéditas sobre o tópico particular, em função das trocas efetuadas.

Confirmando o argumento citado, de fato não houve necessidade de uma preparação prévia para a realização da conversa entre os alunos e os agentes, que fizeram a exposição de aspectos importantes relativos à ocorrência da zoonose. No geral os alunos fizeram poucas perguntas. Temendo não obterem dados suficientes, instiguei-os a fazerem mais perguntas e também fiz alguns questionamentos para criar possibilidade do levantamento dos dados.

No decorrer da conversa, duas alunas se mostraram questionadoras e fizeram indagações pertinentes. Quiseram saber se os agentes fazem ou já fizeram trabalho de orientação de prevenção da leishmaniose no distrito de Itapiru. Para esclarecimento, Itapiru é o único distrito do município de Rubim. Em resposta às perguntas, os agentes disseram que sim, mas que em Itapiru não havia nenhum registro em humanos.

A aluna A16 do grupo G1 quis saber do número de casos da doença no período de 2010 a 2015. Já no grupo G2, surgiu a questão sobre o número de cães com a doença. Os agentes informaram que o número de cães com suspeita da doença, nos quais é realizada a eutanásia, é bastante expressivo: mais de 1000 ao longo de um ano. Também surgiu um questionamento sobre o que fazer quando um vizinho tem cachorros e não dá muita atenção para eles, deixando-os largados na rua. Nesse aspecto os agentes informaram que as pessoas devem ficar atentas ao

estado de saúde desses cachorros, observando-os e, sob qualquer suspeita, avisar ao Setor de Zoonose da cidade. Na conversa, os agentes possibilitaram informações suficientes para construção dos quadros e gráficos demonstrativos da evolução da doença.

Constatoei que, mesmo não sendo muito participativos, os alunos estavam atentos às informações e fazendo anotações dos dados. Sem dúvida, posso afirmar que as informações obtidas a partir da conversa, muito agregaram ao conhecimento deles. Ao final da conversa disponibilizei o questionário para registros das percepções dos alunos relativas ao encontro e faço o seguinte destaque:

Foi desenvolvido de forma dinâmica (A3).

Muito interessante. Eu gostei muito e espero que mais pra frente eu aprenda mais coisas interessantes como foi nesta atividade (A6).

Da forma como foi desenvolvida, a aula ocorreu conforme a orientação das diretrizes estabelecidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs, que trazem que a produção do conhecimento deve ocorrer de forma contextualizada (BRASIL, 1998). Ademais, “a contextualização é um recurso importante para retirar o aluno da condição de espectador passivo, permitindo uma aprendizagem significativa” (MINAS GERAIS, 2008 p.13). A conversa com os agentes foi um momento importante para os alunos que perceberam dinamismo e criaram expectativas para as atividades seguintes.

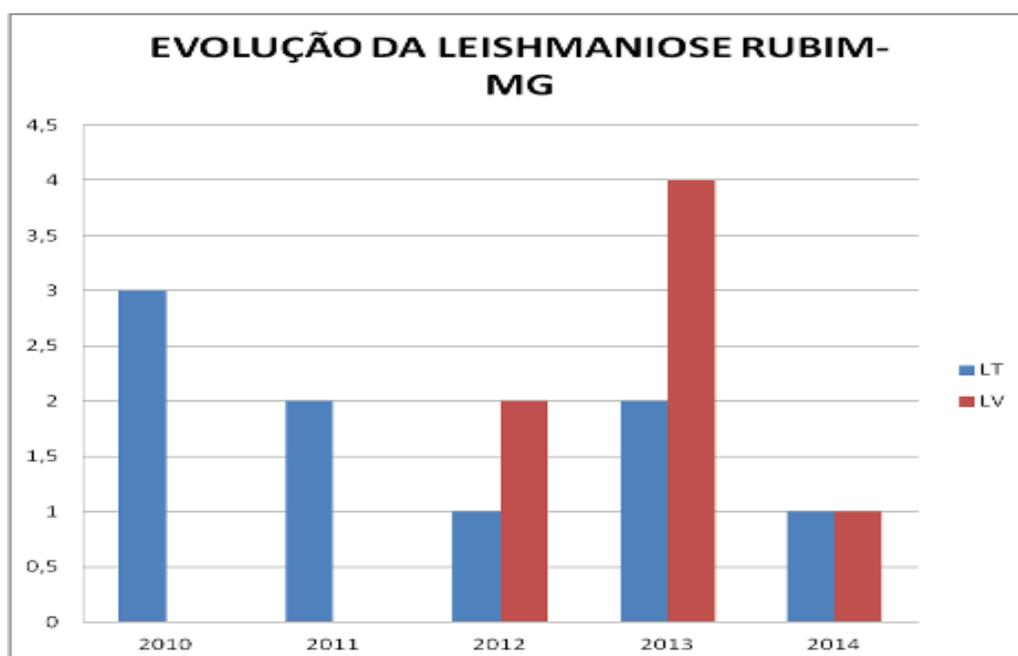
4.9 Encontro 9: Organização dos dados sobre a evolução da leishmaniose em Rubim-MG

No nono encontro, sugeri que os grupos organizassem os dados sobre a evolução da leishmaniose em Rubim-MG em quadros e gráficos. Uma aluna do grupo G3 propôs que fosse elaborado um quadro único e que cada grupo apresentasse um tipo de gráfico diferente, mas os demais alunos não concordaram e cada grupo trabalhou com os dados que coletaram.

Como a utilização de recursos tecnológicos era importante para a pesquisa, encaminhei os alunos ao laboratório de informática, onde utilizaram os

computadores para gerar os gráficos. Organizaram os dados sobre os casos de leishmaniose do ano de 2010 a 2014, obtidos a partir da conversa com os agentes de saúde e que salientam a ocorrência da leishmaniose visceral e da leishmaniose tegumentar em Rubim-MG. Na Figura 21 apresento um gráfico gerado pelo Grupo G5, a partir das informações dos agentes do Setor de Zoonose, que demonstra a evolução da leishmaniose em Rubim-MG. Nessa atividade, todos os grupos conseguiram construir um gráfico, mas, apesar de serem grupos diferentes, os gráficos permitem a mesma leitura. Assim, optei por apresentar aqui apenas um exemplo desses gráficos.

Figura 21 – Gráfico que representa a evolução da leishmaniose em Rubim - MG (2010-2014), elaborado por alunos do Ensino Médio



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G5.

O gráfico do grupo G5 traz o número de casos da leishmaniose tegumentar e da leishmaniose visceral por ano, no período de 2010 a 2014, em Rubim-MG. A coordenada Y representa o número de casos e a coordenada X o ano de ocorrência.

Pode ser observado que casos de leishmaniose visceral só aparecem a partir do ano de 2012, conforme os dados levantados pelos grupos. Os alunos não demonstraram dificuldades em gerar os gráficos, que possibilitaram visualizar como ocorreu a evolução da doença nesse período. Segundo Monteiro (1999, p. 1), “os gráficos se apresentam como uma ferramenta cultural que pode ampliar a capacidade humana de tratamento de informações quantitativas e de estabelecimento de relações entre as mesmas”. Destaca ainda que “o gráfico é visto como um recurso formal da matemática, e concebido como um instrumento de apresentação de informações que se utiliza da matemática” (MONTEIRO, 1999, p.1).

Na sequência, fizeram a interpretação dos gráficos, relatando em texto o que perceberam. O texto foi recolhido e através dele constatei que visualizaram a expressividade da doença e que ainda ocorrem casos em Rubim. Faço destaque para um dos textos produzidos, demonstrado na Figura 22.

Figura 22 - Texto da interpretação dos gráficos produzido por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G3

Pelo gráfico que observamos deu para perceber que não teve caso de leishmaniose de 2010 a 2011. E no ano de 2012 teve 2 casos. Em 2013 4 casos e em 2014 caiu para 1 caso. A leishmaniose tegumentar sempre teve casos de 2010 a 2014 e a leishmaniose visceral só a partir de 2012, de 1 a 3 casos. Nós sabemos que já teve pneumonia que morreu com essa doença, mas no gráfico não mostrou. Nós também vimos que a doença está mais ou menos controlada em Rubim, porque não aumentou o número de casos. É uma doença que todos devem tomar cuidado. Os cachorros devem ser retirados das ruas e a pessoas tem que ter atenção com a leishmaniose visceral que pode matar.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Conforme o texto mostrado, os alunos descreveram sobre a evolução da leishmaniose em Rubim-MG, salientando que parece estar controlada a doença. Relataram ainda que, no período analisado (2010 a 2014), em todos os anos houve casos de leishmaniose tegumentar e que a leishmaniose visceral só apareceu no ano de 2012. Na produção dos textos, os alunos não apresentaram dificuldades. Fizeram a observação dos gráficos, discutiram no grupo e realizaram a redação do texto. Fizeram uma descrição direta da situação apresentada nos gráficos. Como pode ser notado no texto demonstrado na Figura 22, não foi dado um título, apesar de terem recebido uma orientação nesse sentido.

Ao final do encontro disponibilizei o questionário e, por meio das respostas, constatei que os alunos se surpreenderam por não terem verificado um número muito alto de casos, mas enfatizei que esse número de caso é expressivo. Solicitei que comparassem com os dados do Estado para confirmarem que é um número que merece atenção. Nos seus depoimentos mencionaram: “Aprendemos sobre os casos de leishmaniose que aconteceu na nossa cidade e até mesmo que aconteceu óbito” (A17). Assim, constatei que nesta atividade tiveram uma percepção da situação real da doença.

4.10 Encontro 10: Cálculo de índices

No décimo encontro foram feitos os cálculos. Os alunos utilizaram fórmulas presentes no Manual de Vigilância e Controle de Leishmaniose (BRASIL, 2014) de que tinham posse. Organizei os alunos para que calculassem alguns índices e taxas. Nessa atividade observei que demonstravam inquietude. Busquei saber o motivo e me disseram que estavam também envolvidos com o Projeto Feira de Cultura da Escola e que já estavam com trabalho em andamento. Solicitei que se acalmassem para concluírem a atividade. Talvez pelo motivo citado, apresentaram dificuldades em cálculos simples como de porcentagem, mesmo seguindo as fórmulas.

Estimulei para que fizessem cálculos de índices e taxas relacionadas à ocorrência da leishmaniose visceral no município de Rubim-MG. Pensando em auxiliar os alunos nesses cálculos, apresentei algumas situações para fazerem cálculos. No início da atividade ouvi o seguinte depoimento: “Para resolver os

cálculos temos que usar as fórmulas; ainda não entendi, mas sei que vou entender e aprender o que está ensinando nesta aula” (A8). Observei que essa aluna se apoiou nos colegas e conseguiu efetuar os cálculos. Alguns dos cálculos feitos pelos alunos foram transcritos e estão demonstrados no Quadro 3. Os cálculos foram relacionados com os dados obtidos a partir da conversa com os agentes. Trabalharam utilizando o total de habitantes do município de Rubim-MG e com o número de casos de leishmaniose.

Quadro 3 – Cálculos de índices e taxas relacionados à ocorrência da leishmaniose em Rubim-MG, realizados por alunos do 2º ano do Ensino Médio

1- O Município de Rubim possui 9.919 habitantes e tem 11 casos de leishmaniose entre 2010 e 2014 e 1 caso novo foi registrado em 2015.

a) Calcule o coeficiente de prevalência da leishmaniose em Rubim:

$$P = \frac{\text{nº de casos} \times 100}{\text{População de risco}}$$

$$P = \frac{11}{9.919} \times 100 = 0,1$$

b) Qual a incidência nesse período?

$$I = \frac{\text{nº de casos novos (tempo)} \times 100}{\text{População de risco}}$$

$$I = \frac{1}{9.919} (\text{tempo}) \times 100 = 0,01$$

2- Na cidade de Rubim, 100 cães de um bairro foram observados por 30 dias. No dia X, dois animais apresentaram sinais da leishmaniose. No último mês, apareceram 8 casos de sinais de leishmaniose.

a) Calcule o coeficiente de prevalência no dia X e no dia 30.

$$P = \frac{\text{nº de casos} \times 100}{\text{População de risco}}$$

$$P = \frac{2}{100} \times 100 = 2\% ; P = \frac{10}{98} \times 100 = 10,2\%$$

b) Qual o coeficiente de incidência?

$$CI = \frac{\text{nº de casos novos} \times 100}{\text{Pop. de risco} \times \text{tempo}}$$

$$CI = \frac{8}{98} \times 100 = 8,1\%$$

Obs.: Para os cálculos seguintes foram utilizadas outras informações quantificadas, obtidas com os agentes do Setor de Zoonose.

3- Calcule a média de casos da leishmaniose em Rubim nos últimos 5 anos:

$$M = \frac{\text{n}^\circ \text{ de casos novos nos últimos 5 anos}}{\text{Total de anos}}$$

$$M = \frac{10}{5} = 2 \text{ por ano}$$

4- Calcule o índice de positividade canina:

$$IP = \frac{\text{N}^\circ \text{ de cães infectados} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ total de cães examinados}}$$

$$IP = \frac{121}{173} \times 100 = 69,9\%$$

5- Calcule a taxa de letalidade da leishmaniose visceral em Rubim:

$$L = \frac{\text{N}^\circ \text{ de óbitos} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ total de casos}}$$

$$L = \frac{1}{10} \times 100 = 10\%$$

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Para os cálculos da questão 1, os alunos seguiram as informações do Manual de Vigilância e Controle da Leishmaniose e as informações obtidas com os agentes do Setor de Zoonoses. Desse modo, puderam realizar cálculos de porcentagem. Para a questão 2, seguiram o mesmo padrão utilizado para a questão 1.

Para a questão 3, que pedia o cálculo da média, os alunos dividiram o número de casos de leishmaniose visceral dos últimos 5 anos pelo total de anos, no caso, 5. Para a letalidade, dividiram o número de óbitos por leishmaniose visceral multiplicado por 100, pelo total de casos de leishmaniose visceral. Assim, seguiram realizando os demais cálculos tendo por base as informações do Manual de Vigilância e Controle da Leishmaniose e os dados obtidos com os agentes. Os alunos utilizaram os conhecimentos matemáticos e realizaram os cálculos.

Esses cálculos envolveram porcentagem, multiplicação, divisão e direcionaram para uma reflexão acerca da aplicação de conteúdos matemáticos.

Nesse aspecto, Barbosa (2003) comenta que, numa perspectiva de educação matemática, o interesse é que as atividades escolares preparem os alunos para a cidadania e que os levem a refletirem sobre a natureza crítica da matemática. O autor afirma que “uma das dimensões desse propósito inclui o envolvimento dos alunos com as aplicações da matemática” (BARBOSA, 2003, p. 6).

Constatedei com as atividades deste dia que os alunos, ao fazerem cálculos matemáticos, se mostraram um pouco inseguros. Como mediador, encorajei-os para serem confiantes e perceberem que podem utilizar a matemática em muitas situações da vida. Almeida e Dias (2004, p. 21) mencionam que “a exploração, no ensino, de situações de vida real, em que a matemática se aplica, torna-a mais dinâmica e interessante e proporciona maior eficiência no processo de ensino e aprendizagem”.

Após os alunos fazerem os cálculos, solicitei que fizessem um relato escrito para expor a análise dos índices calculados sobre a leishmaniose. Lembrei que a escrita precisava conter ideias bem organizadas, pois, quando produzimos um texto, o que escrevemos é para outras pessoas lerem. Todos os grupos escreveram o relato solicitado. Na Figura 23 apresento um exemplo dos textos escritos pelos grupos.

Figura 23 – Texto da análise dos índices calculados sobre a leishmaniose em Rubim-MG, escrito por alunos do 2º ano do Ensino Médio.

Porém os cálculos dos índices

Através dos cálculos que nós fizemos dos índices da leishmaniose vimos que pode saber como a doença está. Se é uma epidemia e se está controlada. Também pode saber qual o percentual de cachorros que pode ter a doença. Com o cálculo da letalidade dá pra saber a porcentagem de mortes pela doença. Com o cálculo da média de casos dá pra saber quantos casos aconteceu em período de tempo. Calculamos a média de casos dos últimos 5 anos em Rubim. Porém os índices de prevalência e de incidência dá pra calcular qual a prevalência dos casos. Foi bom fazer estes cálculos para estudar a leishmaniose.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G1.

Quanto às dificuldades para escreverem o texto, estas não foram observadas. Notei que, por meio das discussões no grupo, as ideias sobre o que perceberam com os cálculos eram bem consistentes. Percebi que não se preocuparam muito com os elementos que estruturam um texto. Eles fizeram o relato de forma simplista, destacando os seus pontos de vistas. Relataram que com o cálculo dos índices pode ser verificado o percentual da situação da gravidade da doença. Foi importante levar os alunos a dialogarem sobre o assunto e fazerem os cálculos.

Nesse sentido, Borges e Lima (2007) citam que a utilização de estratégias didáticas que priorizam o diálogo entre teoria e prática incentiva os alunos a serem protagonistas de sua aprendizagem. Exige deles autoria de textos e ideias. Quanto à atividade dos cálculos, os alunos expressaram ter sido interessante. Um aluno argumentou: “Foi fácil para fazer e gostei dos cálculos” (A17). Outro aluno expressou: “Achei um pouco cansativo” (A18). Esses depoimentos foram importantes no sentido de levar à reflexão de que determinadas atividades podem se tornar cansativas, dependendo do modo como são conduzidas pelo professor e como os alunos as recebem.

Além desses depoimentos transcritos, na sequência apresento outros três depoimentos que organizei no Quadro 4, relacionados à atividade de cálculos e que foram importantes para a minha percepção sobre o estabelecimento da relação entre Matemática e Biologia.

Quadro 4 – Depoimentos dos alunos do 2º ano do Ensino Médio, sobre o cálculo dos índices da leishmaniose em Rubim-MG.

Aluna A 19

A atividade foi interessante e bem desenvolvida
Nunca pensei que na biologia usava
matemática.

Eu aprendi calcular uns índices que
são usados para estudo de leishmaniose.

Aluno A 20

Foi uma atividade boa, foi usando
a matemática para estudar a leish-
maniose que é assunto de biologia.

O desenvolvimento de índices de inte-
restante, eu aprendi que tem índice
que ajuda a entender a leishmaniose
como um assunto de biologia que
ajuda a entender a leishmaniose.

Aluna 21

Uma que foi um pouco complicada porque
misturou matemática com biologia.

Aprendi estudar biologia usando cálculo.
Eu não achei muito fácil, mas fiz os cálculos.
Eu não gosto muito de matemática.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Nesses depoimentos os alunos relataram que os cálculos ajudaram a entender a leishmaniose. Mesmo aquele que argumentou que não foi muito fácil, que foi complicado porque misturou as disciplinas, e que não gosta de matemática, afirmou ter aprendido Biologia fazendo cálculo. Por meio dos depoimentos constatei que conseguiram relacionar Matemática com Biologia nessa atividade quando entenderam que não estavam resolvendo apenas um cálculo matemático, mas sim,

verificando uma situação real com foco da Biologia. Para Bassanezi (2010), quando o aluno traduz a linguagem natural em linguagem matemática, esta se revela, deixando de ser algo pronto e estático para tornar-se uma redescoberta ou mesmo uma construção. Considerando o que o autor explicita, e os depoimentos destacados, saliento que a matemática serviu de base para o estudo da leishmaniose.

4.11 Encontro 11: Elaboração de problema

No décimo primeiro encontro, com base nos dados obtidos a partir da conversa com os agentes do Setor de Zoonose Municipal, os grupos foram desafiados a elaborar problemas para serem resolvidos por meio de cálculos. O grupo G3 solicitou o meu auxílio para organizar um problema e, pelo que discutiam, compreendi que resultaria no emprego da teoria dos conjuntos. Orientei para apresentarem situação em que um quantitativo representasse o todo e que no problema aparecessem dados que, se somados ou subtraídos, levariam à ideia de conjunto.

O problema que foi elaborado e repassado para os grupos buscarem resposta possível está representado na Figura 24.

Figura 24 – Problema elaborado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G3, relacionado à teoria dos conjuntos

(/ /)

Numa pesquisa sobre leishmaniose, no caso tegumentar e visceral, foram examinadas 470 pessoas e o resultado foi o seguinte: 250 têm sintomas da leishmaniose tegumentar e 180 têm sintomas da leishmaniose visceral e, 60 têm sintomas das duas doenças. Pergunta-se:

a) Quantas pessoas têm sintomas de apenas LT?
190

b) Quantas pessoas têm sintomas de apenas LV?
120

c) Quantas pessoas têm sintomas das doenças?
370

d) Quantas não têm sintomas das doenças?
100.

Resposta:

LT

60 é a intersecção

união	190	470	
	60	-370	
	<u>+120</u>	100	
	370		

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

O grupo G1 foi bastante questionador para encontrar a solução do problema relacionado com a teoria dos conjuntos. Uma aluna do referido grupo argumentou: “Professor, parece que está sem sentido o problema” (A22). Solicitei, então, que pensassem em agrupamentos, na identificação dos componentes desses agrupamentos, se os agrupamentos compartilhavam componentes e se os componentes pertenciam ou não a cada agrupamento. A resolução foi encontrada fazendo uso de dois diagramas que representaram as pessoas com sintomas da leishmaniose tegumentar e as com sintomas de leishmaniose visceral. Desses totais subtraíram o valor da intersecção. Assim, obtiveram os valores de pessoas com sintomas apenas de cada tipo da doença. Somaram os valores encontrados com o

valor da intersecção e obtiveram o total de pessoas com sintoma da doença. Eles subtraíram do quantitativo total de pessoas examinadas, o valor de pessoas com a doença e encontraram o total das pessoas que não estavam com a doença.

Outros grupos encontraram também a solução. Utilizaram a mesma linha de raciocínio já descrita, mas sem fazer uso de diagramas. Os alunos subtraíram diretamente do total de pessoas com sintomas da leishmaniose, o quantitativo das pessoas com sintomas das duas doenças para encontrar quantas pessoas têm apenas sintomas de leishmaniose tegumentar. Da mesma forma, eles subtraíram do total de pessoas com leishmaniose visceral, o quantitativo de pessoas com os sintomas das duas doenças. Assim, já trabalharam com o valor da intersecção. Para o cálculo de quantas pessoas têm sintomas das doenças, somaram os valores encontrados nas duas situações anteriores com o valor da intersecção. Já para o cálculo de quantas pessoas não têm sintomas das doenças, os alunos subtraíram do total de pessoas examinadas o quantitativo daquelas com sintomas. Portanto, como relatado anteriormente, a linha de raciocínio das duas formas de resolução apresentadas foi a mesma.

Já o grupo G1 elaborou problemas envolvendo regra de três do tipo composta. O problema idealizado pelo grupo G1 foi repassado aos demais grupos para buscarem a resolução. O problema do Grupo G1 aparece demonstrado na Figura 25. Com relação a este problema, o grupo G2 reconheceu que seria resolvido por meio de regra de três. Mencionei que deveriam pensar nos casos, direta e inversa. Mas, apesar de ter reconhecido que envolvia regra de três, o grupo G2 não conseguiu complementar a resolução. Os demais grupos trabalharam para encontrar uma solução para o problema do Grupo G1, mas este só foi resolvido quando o aluno (A 17) do grupo G3 foi à lousa e todos participaram da resolução.

Figura 25 – Problema 1 elaborado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G1, com regra de três

No bairro Alvorada, numa campanha de vacinação de 200 cães, 4 agentes gastaram 2 horas. Para vacinar 320 cães, quantas horas gastariam 2 agentes?

agentes	horas	$2x = 8$	Dois agentes
4	2	$x = 8 = 4$	gastariam 4
2	x	2	horas para
			vacinar 320
			cães.

Aqui faltou dados para a resolução.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G2.

Na minha análise, era um problema relativamente fácil de ser entendido. Todos os grupos concluíram a resolução, com exceção do Grupo G2, como já ressaltai anteriormente, que apresentou a resolução apontada na Figura 25. A resposta apresentada pelo grupo G2 não está correta. O grupo deixou de considerar dados na resolução. Os alunos tinham em mente a maneira de resolver o problema, mas não concluíram, mesmo eu fazendo mediação. O problema foi resolvido pelo aluno (A 17) do grupo G3 com a participação dos demais alunos. O problema foi resolvido da forma apresentada a seguir e está correta.

Cães	agentes	horas
200 ↓	4 ↑	2 ↓
320 ↓	2 ↑	x ↓

$$\frac{2}{x} = \frac{200}{320} \times \frac{2}{4} \Rightarrow \frac{2}{x} = \frac{400}{1280} \Rightarrow 400x = 2560 \Rightarrow x = \frac{2560}{400} = 6,4 \text{ horas}$$

O aluno (A17) explicou: “neste problema a razão inversa é o número de agentes”. Ressaltou que o número de cães e o número de horas são diretamente proporcionais. Expôs ainda que para resolver o problema ia ocorrer a troca de posição entre o 4 e o 2. Sobre os problemas, Burak (2010, p. 22) expõe que “a resolução do(s) problema(s) confere à Modelagem Matemática a etapa em que se faz uso de todo o ferramental matemático disponível”.

Talvez influenciados pelo grupo G1, os Grupos G4 e G5 também elaboraram problemas de regra de três. Não fiz interferência no sentido de mudarem para outra situação matemática. Os problemas organizados pelos Grupos G4 e G5 estão destacados nas Figuras 26 e 27, respectivamente.

Figura 26 – Problema 2 elaborado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G4, com regra de três

No bairro Ipê na cidade de Rubim, 4 agentes do setor de zoonose trabalhando 3 horas por dia, conseguiram imunizar 620 cães. Quantos cães serão imunizados por 6 agentes trabalhando 5 horas por dia?

$$\begin{array}{c} \text{Agentes} \\ 4 \downarrow \\ 6 \downarrow \end{array} \times \begin{array}{c} \text{horas/dia} \\ 3 \downarrow \\ 5 \downarrow \end{array} = \begin{array}{c} \text{cães imunizados} \\ 620 \downarrow \\ x \downarrow \end{array}$$

a	h	cães imunizados
4	3	620
6	5	x

$$\frac{620 \cdot 5 \cdot 6}{4 \cdot 3 \cdot x}$$

$$12x = 18600$$

$$x = 1550 \text{ cães}$$

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G4.

Figura 27 – Problema 3, elaborado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G5, com regra de três

Para vacinar os cães de uma cidade 5 agentes trabalharão 8 horas por dia, durante 2 dias. Em quantos dias 8 agentes farão o mesmo serviço trabalhando meio período?

ag	h/d	dias
2	8	2
8	4	x

OK

$$\frac{2}{x} = \frac{4}{8} \cdot \frac{8}{5}$$

$$\frac{2}{x} = \frac{8}{10}$$

$$8x = 20$$

$$x = \frac{20}{8} = \frac{5}{2}$$

$$x = 2,5$$

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G5.

Para a resolução desses problemas, os alunos dispuseram as grandezas apresentadas no problema com os seus valores e fizeram a comparação das grandezas para definirem se diretas ou inversas. Eles utilizaram um esquema encontrado em alguns livros de matemática para fazer o cálculo matemático e chegaram a uma solução correta.

A dificuldade dos alunos estava relacionada com a questão da análise para definir se a regra de três do problema era direta ou inversa. Apresentei algumas dicas e os grupos G4 e G5 resolveram em parte os problemas. Dois alunos do grupo G4 e G3 foram à lousa e apresentaram o cálculo para o problema do grupo G5 e estava correto.

Quando os dois alunos estavam apresentando o cálculo, uma aluna perguntou: “Como é feito o cálculo da dosagem do remédio para a leishmaniose?” (A 19). Eu informei que há um cálculo padrão utilizado pela medicina, e que no encontro seguinte trabalharíamos focando tal cálculo. Para o tratamento de adultos

com leishmaniose, o Setor de Saúde calcula a dose em $\text{mg Sb}^{+5} / \text{kg} / \text{dia}$. Solicitei que os alunos buscassem, de forma extraclasse, informação que demonstrasse o cálculo.

Neste encontro, constatei que os alunos estavam envolvidos com a atividade e a interação entre eles era marcante. Surpreendeu-me o interesse pelo cálculo da dosagem do remédio para o tratamento da leishmaniose, mas compreendi que os alunos estavam ativos e aprendendo problemas matemáticos com conteúdos relacionados à Biologia.

Burak (2010) infere que na resolução de um problema ou de uma situação-problema, os conteúdos matemáticos ganham importância e significado. “As operações, as propriedades, e os diversos campos da matemática que se fazem presentes nessa etapa, sem dúvida atribuem significados aos conteúdos matemáticos” (BURAK, 2010, p. 22).

Em conformidade com o exposto, expressei que nessas atividades envolvendo os cálculos, os alunos estabeleceram relações entre a Biologia e a Matemática. Segundo Silva Júnior (2011, p. 2),

ligações entre Biologia e Matemática podem ser analisadas em suas possibilidades de ligações, visando possibilitar que professores e alunos relacionem, articulem e integrem conhecimentos anteriormente organizados de forma especializada.

Portanto, os alunos tiveram oportunidade e possibilidade de articularem e fazerem integração de conhecimentos já adquiridos. A aula finalizou e informei que no encontro seguinte a atividade de cálculos prosseguiria. Também informei que o questionário não seria disponibilizado naquele momento, pois teríamos mais oportunidades de trabalho com os cálculos e, sendo assim, responderiam um único questionário relativo a essas atividades.

4.12 Encontro 12: Cálculo da dosagem do remédio para leishmaniose.

Neste encontro, os grupos trouxeram informações sobre o cálculo da dosagem para tratamento da leishmaniose. Continuei com os alunos o trabalho dos cálculos e foquei no cálculo da dosagem do remédio para tratamento da

leishmaniose. Esclareci que o cálculo do remédio “é feito baseado em uma determinação da Organização Mundial de Saúde – OMS: $mg\ Sb^{+5} / kg / dia$ em que a concentração é de $81\ mg/ml$ da substância *antimoniato penta valente (Sb^{+5})*” (MINAS GERAIS, 2007, p. 7). Os alunos observaram que na informação que obtiveram havia duas dosagens calculadas para uma pessoa adulta, uma usando $10\ mg\ Sb^{+5}$ e outra $15\ mg\ Sb^{+5}$ para vinte dias de tratamento. Expliquei que a dosagem usando $10\ mg$ corresponde a mais ou menos uma ampola e meia do remédio e a outra, com $15\ mg$, a umas duas ampolas. Solicitei, então, que fizessem o cálculo para uma pessoa adulta com massa corporal de $60\ kg$ e para outra com $85\ kg$, considerando as quantidades de 10 e $15\ mg\ Sb^{+5}$. Para auxiliar os alunos apresentei a situação em um problema, que foi resolvido de duas formas, como está demonstrado na Figura 28 e na Figura 29.

Figura 28 – Problema de cálculo da dosagem de remédio para leishmaniose, elaborado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, a partir das determinações da Organização Mundial de Saúde

1- Uma pessoa adulta que tem massa corporal de $85\ kg$ está com leishmaniose tegumentar. Qual seria a dosagem de antimoniato penta valente indicada para o tratamento desta pessoa para 20 dias?

$$v = \frac{\text{dose} \times \text{peso} (mg\ Sb^{+5}) / \text{dia}}{\text{concentração} (ml)} \quad 10 \times 85 = 850\ mg\ Sb^{+5} / \text{dia}$$

$$v = \frac{850\ mg\ Sb^{+5} / \text{dia}}{81\ ml} = 10,5\ mg/ml$$

Cálculo c/15

$$15 \times 85 = 1275\ mg\ Sb^{+5} / \text{dia}$$

$$v = \frac{1275\ mg\ Sb^{+5} / \text{dia}}{81\ ml} = 15,7\ mg/ml$$

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G3.

Analisando o cálculo apresentado na Figura 28, realizado pelos alunos do Grupo G3, pode observar um erro na representação das unidades. Os alunos

escrevem a unidade relativa à concentração como sendo *ml*, quando é *mg/ml*. Conseqüentemente a unidade final que é de volume (*ml*) neste cálculo, ficou errada.

Figura 29 – Cálculo da dosagem de remédio para leishmaniose, resolvido de forma direta por alunos do 2º ano do Ensino Médio

$$10 \cdot 85 = 850 \text{ mg } \text{Sb}^{+5} / \text{dia} : 81 = 10,5 \text{ ml}$$

$$15 \cdot 85 = 1275 \text{ mg } \text{Sb}^{+5} / \text{dia} : 81 = 15,7 \text{ ml}$$

$$10 \cdot 60 = 600 \text{ mg } \text{Sb}^{+5} / \text{dia} : 81 = 7,4 \text{ ml}$$

$$15 \cdot 60 = 900 \text{ mg } \text{Sb}^{+5} / \text{dia} : 81 = 11,1 \text{ ml}$$

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Para o cálculo demonstrado, os grupos seguiram as orientações determinadas pela OMS. Eles calcularam multiplicando os valores padrões de 10 *mg* e 15 *mg*, que são relativos à dosagem, pelo peso da pessoa, para encontrarem a quantidade de $\text{mg/Sb}^{+5}/\text{dia}$. Dividiram o resultado pela concentração em *mg/ml* que, nesse caso, também é padrão. Assim, conseguiram encontrar a quantidade de *mg/ml* referente à dosagem que pode ser usada na situação apresentada. Na Figura 29 está demonstrada uma maneira mais direta também utilizada para os cálculos. Os alunos realizaram os cálculos, mas uma aluna do grupo G2 perguntou: “Mas não tem que elevar a 5ª potência?” Antes que eu fizesse intervenção, os colegas do grupo disseram: “Não, o expoente 5 é da fórmula do remédio”. Questionei se havia compreendido, e confirmou que sim.

Outro aluno do Grupo G3 mencionou ter entendido que para cada pessoa é usada uma dosagem diferente, levando em conta o peso da pessoa, e que a

Matemática é importante para o cálculo da dosagem dos remédios que cada pessoa pode tomar. Argumentei que a matemática está presente em muitas situações do nosso dia a dia, mas que nem sempre as pessoas percebem isso. Acrescentei que, em situações assim, como no caso da dosagem dos remédios, os conteúdos matemáticos podem estar presentes.

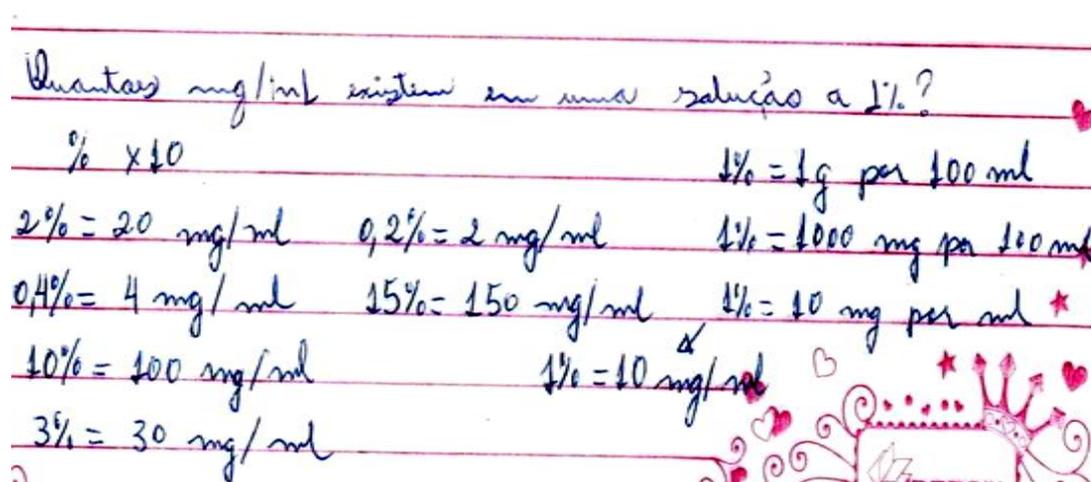
Expliquei que a regra de três, por exemplo, é utilizada para calcular dosagens de medicação. Como o cálculo da dosagem dos remédios envolve medidas de concentração e de volume, busquei direcionar os alunos a pensarem na relação mg/ml dos remédios. Esclareci que quando a regra de três é utilizada e as grandezas mg e ml são organizadas, faz-se a multiplicação cruzada e depois a divisão (COREN-SP, 2011). Mas não foi trabalhado nenhum problema, porque busquei trabalhar com a ideia de concentração das soluções, porque se relaciona com o medicamento para leishmaniose. Expliquei que para converter o percentual (%) para mg/ml, basta multiplicar por 10 para obterem o resultado em mg/ml, pois 1% corresponde a 10 mg/ml, ou seja, 10 mg a cada ml de solução.

Para essa conversão seguimos a orientação do cálculo do volume de fármacos injetáveis de uma página da UFRGS relacionada a aulas e ensino⁴. Existe aplicativo *online* que pode ser utilizado para facilitar o processo de estabelecimento da relação entre mg por ml, mas não foi utilizado, pois seguiam as instruções da página mencionada anteriormente. Explanei aos alunos que o uso da matemática é importante para não haver erros na dosagem de remédios. Segundo o Coren-SP (2011, p. 4), “conhecer e aplicar adequadamente os fundamentos da aritmética e da matemática auxilia [...] na prevenção de erros relacionados ao preparo, à dosagem e ou à administração de medicamentos”.

Para o trabalho com a relação entre *mg/ml* questioneei: quantos *mg/ml* existem em uma solução aquosa a 1%? Solicitei que fizessem algumas conversões de forma breve, no caso: 2%, 4%, 10%, 3%, 0,2% e 15%. Lembrei aos alunos que *mg/ml* não tem uma relação direta, pois leva em consideração a densidade da água. Os grupos realizaram o cálculo de forma correta, conforme está representado na Figura 30.

4 Cálculo de Volume. WWW.ufrgs.br/blocodeensinofavet/ensino/aulas

Figura 30 – Conversão de concentração de uma solução em porcentagem (%) para mg/ml, realizada por alunos do 2º ano do Ensino Médio



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido Grupo G3.

Os alunos fizeram a conversão da concentração de solução dada em percentual para mg/ml, multiplicando os valores em porcentagem por 10, obtendo assim a conversão. Isso levou os alunos a compreenderem a relação entre as unidades de medida mg/ml. Em relação a essa atividade, destaco na Figura 31 um exemplo do que foi relatado pelos alunos.

Figura 31 - Depoimento de aluno relacionado ao desenvolvimento das atividades do décimo segundo encontro

A atividade que foi desenvolvida nos ajudou no conhecimento da matemática.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Os alunos afirmaram ter utilizado conhecimentos matemáticos relacionados ao conteúdo de Biologia. Nesse sentido, destaco que também puderam verificar o estabelecimento da relação Biologia e Matemática nesta aula. Para Silva Júnior (2011), uma aproximação entre essas duas ciências, como já foi dito, ocorre via

instrumentos matemáticos. Enfatiza que

Uma dessas formas é a quantificação para o desenvolvimento de pesquisas e a apresentação de resultados. A quantificação em Biologia evoluiu no sentido de apresentar os fenômenos biológicos também a partir de dados descritivos (SILVA JÚNIOR, p. 6-7).

De acordo com o exposto pelo autor, fica compreendido que para a Biologia, tanto na realização das pesquisas, quanto na apresentação dos resultados, a quantificação é importante.

Voltando ao que foi expresso pelos alunos, outro depoimento de significado relatado no questionário e que se referia à atividade do dia foi: “Aprendemos como associar biologia e matemática. Muito interessante” (A 22). Constatei que os alunos assimilaram bem a questão demonstrada na Figura 28, de como é feito o cálculo de doses do remédio para tratar a doença. Como está registrado nos Parâmetros Curriculares Nacionais, “a matemática é componente importante na construção da cidadania”. “A matemática precisa estar ao alcance de todos e a democratização de seu ensino deve ser meta prioritária do trabalho docente” (BRASIL, 2001, p.19). Constatei que quando falei da presença da matemática no dia a dia levei-os a refletirem sobre o porquê de estudar matemática.

4.13 Encontro 13: Proposta de controle e prevenção da leishmaniose.

No décimo terceiro encontro, o objetivo era sensibilizar os alunos sobre a importância de ações individuais e coletivas para prevenção e controle da leishmaniose no município de Rubim - MG. Assim, apresentei aos alunos a ideia da elaboração de uma proposta de controle e prevenção da leishmaniose. Passei a informação de que a proposta poderia ser em forma de *folder*. Os grupos discutiram para elaborarem as ideias sensibilizadoras. Relacionaram itens respondendo à questão: O que é necessário para manter o controle da leishmaniose no município de Rubim/MG?

Quanto à ideia do *folder*, pareceu ter agradado, pois todos os grupos decidiram criar um *folder*, que chamaram de panfleto. Orientei para escreverem ideias explicativas e reflexivas. Solicitei que fizessem um rascunho, pois iriam utilizar

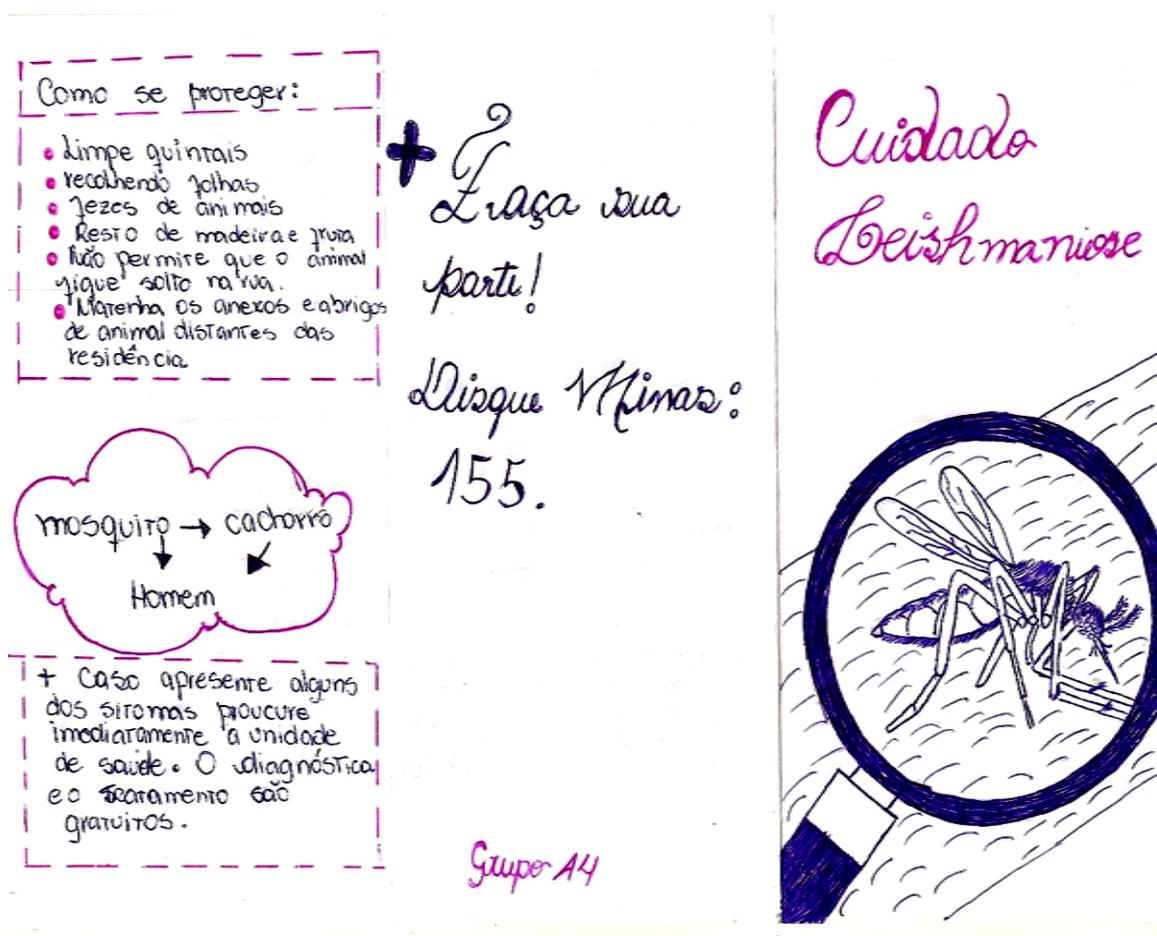
o computador para finalizar o trabalho. Disponibilizei folhas de papel em branco para irem esquematizando o panfleto, conforme destacado nas Figuras 32 e 33.

Figura 32 – Rascunho do *folder* idealizado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G5



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Figura 33 – Folder com ideias sensibilizadoras, rascunhado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G4



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Para a construção do *folder*, os alunos selecionaram informações relacionadas aos sintomas, à transmissão e dicas importantes relacionadas à questão da doença. Além disso, destacaram também ideias de como se prevenir e controlar a leishmaniose. Os grupos fizeram rascunhos em folhas de papel. Foram criados projetos com desenhos que depois foram substituídos pelos alunos por outras imagens, quando finalizaram o *folder*. Constatei que os alunos recorreram ao seu conhecimento prévio relacionado a cuidados de higiene, meio ambiente e também ao conhecimento que adquiriram a partir das aulas. Também fizeram uso de suas habilidades artísticas.

Com a elaboração do *folder*, constatei também que para os alunos a arte é atrativa e interessante. Segundo Barbosa (2003, p. 18),

Por meio da Arte é possível desenvolver a percepção e a imaginação, apreender a realidade do meio ambiente, desenvolver a capacidade crítica, permitindo ao indivíduo analisar a realidade percebida e desenvolver a criatividade de maneira a mudar a realidade que foi analisada.

Concordando com Barbosa (2003), exponho que por meio da arte há possibilidade do desenvolvimento crítico do aluno, que, artisticamente, faz uma análise da realidade. Ainda para a criação do *folder*, o grupo G4, na discussão, focou a questão do acúmulo do lixo, cuidados com os animais e a procura do Setor de Zoonoses em caso de sintomas. O grupo G2 recorreu ao material levantado com informações da leishmaniose. Todos os grupos debateram bastante para concluir a atividade. Alguns grupos mostraram-se mais ágeis e conseguiram concluir, mas os demais ficaram para finalizar o trabalho de forma extraclasse. O grupo G5 apresentou as ideias elaboradas como proposta de controle e constatei que eram de fato ideias sensibilizadoras. Solicitei que as organizassem para apresentarem no *folder*.

Nesse sentido, segui a Proposta Curricular de Minas Gerais que sugere estratégias diversificadas que mobilizam menos a memória e mais o raciocínio, centradas nas interações estudante-professor e estudante-estudante na construção de conhecimentos coletivos. “Há de se considerar o interesse dos estudantes pelos temas e a problematização de situações para o desenvolvimento dos conteúdos” (MINAS GERAIS, 2008, p.13).

Segundo Skovsmose (2001), é necessário que os alunos sejam levados a construir um conhecimento reflexivo, ou seja, que desenvolvam a capacidade de discutir as implicações dos resultados matemáticos decorrentes da resolução da situação-problema, na sociedade. Por meio do conhecimento reflexivo, o aluno perceberá as aplicações da matemática na sociedade na busca de interpretações de como agir numa situação estruturada pela matemática.

Também Barbosa (2003) menciona sobre a importância de as pessoas utilizarem a matemática como forma de intervenção em discussões, possibilitando

refletir sobre a presença da matemática na sociedade. Barbosa (2003) propõe que nas atividades de modelagem seja utilizada como suporte para discussões sobre a realidade e que as discussões em sala de aula sejam problematizadas para o contexto social.

Sobre a atividade de construção do *folder*, os alunos expuseram: “A aula foi muito criativa como sempre. Aprendemos muito” (A5). “Aprendemos a fazer um *folder*. Foi muito legal” (A10). Esses depoimentos destacados representam os demais depoimentos, que seguiram a mesma linha de descrição, ou seja, de que a atividade foi positiva e que possibilitou aprendizagem. A aula finalizou e passei a informação de que no encontro seguinte eles fariam a finalização do *folder*, utilizando o computador.

4.14 Encontro 14: Construção do *folder* utilizando recurso tecnológico.

No décimo quarto encontro, os alunos foram levados para o laboratório de informática da escola para finalizarem o panfleto. Alguns grupos começaram digitando em forma de tópicos a proposta de controle e prevenção idealizada, conforme exemplificado na Figura 34.

Figura 34 - Proposta de controle da leishmaniose para o município de Rubim-MG, idealizada por alunos do 2º ano do Ensino Médio

Leishmaniose em Rubim.

O que é necessário para prevenir e manter o controle?

- O Setor de Zoonoses Municipal deve promover palestras e campanhas educativas para que as pessoas conheçam e saibam como prevenir e agir em casos confirmados da doença.
- O Setor de Zoonoses Municipal deve orientar para realização de exames laboratoriais de humanos e de cães.
- Acontecer periodicamente observações de animais nas residências.
- As pessoas devem não acumular lixo orgânico e fazer periodicamente limpeza de quintais.
- Eliminar cães com sintomas da doença ou com diagnóstico positivo para a doença.
- Acontecer dedetização de terrenos baldios com produto específico para combate ao mosquito palha.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G3.

Na proposta demonstrada, os grupos destacaram aquilo que, na visão deles, é necessário para a prevenção e o controle da leishmaniose. Sintetizaram situações que pensaram serem importantes e as organizaram em tópicos. Os grupos expressaram ideias que, se colocadas em prática, possibilitam prevenção e controle da doença. Ao buscarem pelo recurso de criação do *folder* nos computadores do laboratório de informática, os alunos disseram não saber utilizar bem o *Linux*. Então, para que o trabalho fluísse, disponibilizei o meu computador com *Windows* para fazerem o trabalho. Na escola existem outros computadores com *Windows* e a Direção os colocou à disposição dos alunos para realizarem o trabalho. Na Figura 35 está representada uma face de um *folder* construído pelos alunos.

Figura 35 – *Folder* criado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, com recurso tecnológico (*FOLDER 1*)

Medidas para manter o controle da leishmaniose

- * Medidas preventivas como o uso de repelente, manejo ambiental através da limpeza de quintais, terrenos e praças públicas.
- * Realizar previamente exame sorológico canino antes de proceder doação de cães.
- * As pessoas devem buscar informações sobre a doença no Setor de Zoonoses Municipal.
- * Procurar o médico imediatamente em casos de suspeita de leishmaniose.
- * Solicitar visitas de agentes da Secretaria de Saúde Municipal para observação de cães suspeitos.
- * Solicitar da Secretaria de Saúde que seja feita dedetização em ambientes suspeitos de presença do mosquito.

O que é leishmaniose

A leishmaniose é uma doença causada por um protozoário do gênero *leishmania*. É uma doença que pode levar à morte.

As formas mais comuns da leishmaniose são: leishmaniose tegumentar (úlcer de Bauru, ferida brava) e leishmaniose visceral (calazar).

Como é a transmissão da leishmaniose?

A leishmaniose tegumentar ou ferida brava e a leishmaniose visceral ou calazar são transmitidas por um mosquito muito pequeno (2 a 3 milímetros) de cor amarelada, chamado de "febôtom" e conhecido por mosquito palha.

Quando o mosquito suga sangue de um animal contaminado com *leishmanias*, ele ingere as *leishmanias* que vão se multiplicar no intestino do inseto. Ao picar o homem ou outro animal sadio, ele passa o parasita para estes, fazendo com que eles venham a ter leishmaniose.

Leishmaniose visceral

A leishmaniose visceral é aquela em que os parasitas se multiplicam nos órgãos que produzem substâncias de defesa do organismo.

Ataca o baço, fígado e a medula.

Leishmaniose tegumentar

A leishmaniose tegumentar é aquela em que os parasitas se multiplicam na pele (tegumento), na mucosa ou em ambas, propiciando formação de lesões. Também é chamada de leishmaniose cutânea quando a lesão é só na pele. É chamada de cutâneo-mucosa, quando a lesão se desenvolve na pele e na mucosa.



Imagem da Internet

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G5.

Para o *folder* os alunos utilizaram a técnica do visual, além dos textos. Recorreram à *Web* para adquirirem imagens, colocaram um título interessante e destacaram a ideia da prevenção e do controle. Nesta atividade de construção do *folder*, o grupo G1 se mostrou bem ágil e concluiu o seu trabalho de forma rápida e com qualidade. Solicitei que o grupo ajudasse os outros, caso fosse necessário. Os demais grupos também concluíram o trabalho com qualidade. Na sequência, na Figura 36, demonstro mais um exemplo dos *folders* construídos.

Figura 36 – *Folder* criado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, com recurso tecnológico (*FOLDER 2*)

O que é leishmaniose?

É uma doença infecciosa causada por um parasito do gênero *Leishmania*. É transmitida pelo inseto do gênero *Lutzomyia*, comumente chamado de flebótomo e popularmente conhecido por mosquito palha, asa branca, cangalhinha e outros nomes.

Existem dois tipos: o tipo Leishmaniose Tegumentar Americana ou ferida brava e o tipo Leishmaniose Visceral ou Calazar.

Fique Sabendo....

A leishmaniose tem tratamento quando diagnosticada em tempo.

A leishmaniose pode matar!

Sintomas em animais

Apatia, crescimento exagerado das unhas, ferida exposta, falta de apetite, olhos lacrimejantes, febre irregular, sangramento nas fezes, emagrecimento, perda de pelo nas orelhas e cauda



Sintomas em pessoas

Palidez, anemia, barriga grande, febre irregular, problema na medula, inchaço do baço, falta de apetite, sangramento na boca e nas fezes, ferida exposta na pele ou mucosas e

Habitat do mosquito

Gostam de mato ou locais com resto de vegetação como vales, pé de serra ou boqueirões.

Gostam de lugares com pouca luz e úmidos.

Se esconde durante o dia e sai ao cair da tarde em busca de alimento.

Algumas espécies se adaptam próximo a domicílios, em galinheiros, chiqueiros, canil, canil, paiol, etc.



Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G1.

Os alunos demonstraram aptidão e concluíram a atividade dentro de um padrão bom, na minha avaliação. Nesta atividade os alunos expressaram ideias sensibilizadoras e preocupação com a população rubinense. Apresentaram também

sugestões para a prevenção e o controle da leishmaniose. Como expõe Barbosa (2003), é importante que os alunos se envolvam em discussões reflexivas. Ressalta que “é necessário que os alunos tenham oportunidade de se envolverem e refletirem sobre situações que, de fato, aconteceram ou acontecem na sociedade” (BARBOSA, 2003, p. 7). O autor ressalta ainda, que

se estamos interessados em construir uma sociedade democrática, onde as pessoas possam participar de sua condução e, assim, exercer cidadania [...], devemos reconhecer a necessidade de as pessoas se sentirem capazes de intervir em debates baseados em Matemática (BARBOSA, 2003 p. 6).

Por conhecerem e saberem utilizar a ferramenta *Microsoft Publisher*⁵, os alunos demonstraram segurança para desenvolver a atividade. Em relação ao uso dos computadores, nos Parâmetros Curriculares Nacionais está registrado que “é indiscutível a necessidade crescente do uso de computadores pelos alunos como instrumento de aprendizagem escolar, para que possam estar atualizados em relação às novas tecnologias da informação [...]” (BRASIL, 1998, p. 96). Para Valente (2005), a utilização de recursos tecnológicos no processo educativo possibilita a exploração de diferentes aplicações do conhecimento, o que contribui para sua construção. Foi impressa uma cópia colorida e um quantitativo em preto e branco para serem distribuídas na escola no momento da socialização dos trabalhos.

Foi uma atividade em que os alunos se mostraram bastante motivados. Destaco um depoimento que vem confirmar a ideia sensibilizadora, que considera a coletividade: “Aprendi fazer *folder*, uma forma de ajudar as pessoas a se defenderem da doença leishmaniose” (A23). Observei que foi despertada a criticidade, importante para o desenvolvimento do cidadão. Como expõe Barbosa (2003, p. 6), “mais do que informar matematicamente, é preciso educar criticamente através da Matemática”.

Constatai ainda que quando se trata de atividades fora do ambiente sala de

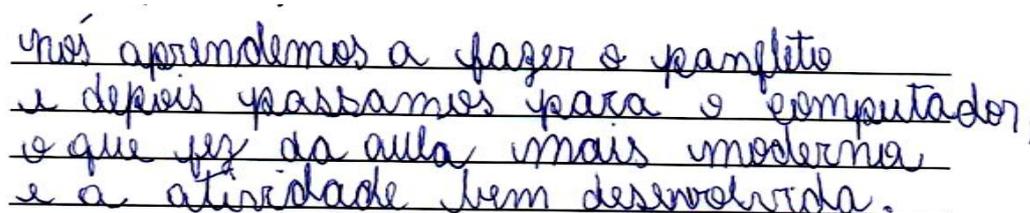
⁵ Ferramenta de diagramação eletrônica, integrante do *Microsoft Office* da *Microsoft Corporation*, que permite a produção de diversos impressos, além de publicações para a *Internet*. Esta ferramenta está disponível em: <https://support.office.com>

aula e, principalmente, utilizando recurso tecnológico, os alunos se mostram mais entusiasmados e trabalham sem reclamações.

A ideia de que um aluno contextualizado, estudando em situações próximas à sua realidade, tem mais chances de ter sucesso em seu aprendizado quando pode unir a tecnologia que já faz parte do seu dia a dia ao conteúdo e à rede de saberes que ele constrói na escola (SILVA, 2012, p. 26).

Quando o aluno consegue relacionar aquilo que estuda com o seu cotidiano, o aprendizado pode ocorrer de modo mais concreto e se puder estudar utilizando recurso tecnológico, as chances de sucesso podem ser maiores. Em seus depoimentos os alunos expressaram que a utilização da tecnologia tem importância em atividades escolares, como demonstrado na Figura 37.

Figura 37 – Depoimento de aluno relacionado ao desenvolvimento da atividade de construção do *folder*



nós aprendemos a fazer o panfleto
e depois passamos para o computador,
e que fez da aula mais moderna
e a atividade tem desenvolvida.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

Pelo que expressaram, representado pela Figura 37, os alunos consideram que a utilização dos computadores auxilia no desenvolvimento das atividades. Quando finalizou o encontro, passei a informação de que deveriam organizar os trabalhos em painéis, a serem expostos no encontro de socialização na escola.

4.15 Encontro 15: Socialização do trabalho realizado

Neste encontro foi realizada a socialização dos trabalhos. Assim, em forma de seminário, os alunos expuseram os seus pontos de vistas sobre a zoonose estudada, focando aspectos do interesse de cada grupo.

Como neste encontro o tempo era de duas aulas, direcionei para

organizarem o material gerado com o trabalho deles para a mostra na escola. Alguns grupos não trouxeram todo o material, mas justificaram, dizendo que algumas coisas não estavam em condições de serem mostradas na escola. Lembrei a eles que o objetivo da mostra, além de fazer a socialização do trabalho, era incentivá-los a participarem de outras atividades nas quais podiam ser protagonistas da aprendizagem. Reforcei que a mostra pretendia estimular não só os participantes da pesquisa, mas também os demais alunos da escola a aprenderem mais e com qualidade.

Para Amaral (2012), quando há reconhecimento dos trabalhos produzidos pelo aluno, isso se torna um estímulo para que o aluno se empenhe em produzir o seu melhor. Desse modo, qualquer produção dos alunos pode ser mostrada para a comunidade escolar. O autor salienta que existem disciplinas em que os trabalhos têm forte atrativo visual, mas enfatiza que também é possível apresentar, de forma atrativa, conteúdos de Matemática, Ciências e Língua Portuguesa. De acordo com Amaral (2012), a mostra é uma maneira de todos se inteirarem das atividades realizadas. Podem ser exploradas as áreas coletivas da escola, utilizando recursos gráficos e audiovisuais para incentivar a troca de experiências entre as classes. Amaral (2012) enfatiza que, com essa atitude, o trabalho dos alunos será valorizado.

Quanto à participação e à produção dos alunos neste trabalho, falei o quanto o trabalho foi importante para mim enquanto docente e agradei a colaboração e a participação da turma na pesquisa. Os grupos afixaram os painéis em uma área onde são expostos os trabalhos dos alunos da escola. Com relação ao *folder*, os grupos foram até as turmas para a distribuição e eu os acompanhei. Fizeram uma breve fala focando a importância da prevenção e do controle da leishmaniose. Também expressaram que foi uma experiência muito interessante para eles. De acordo com Barbosa (2003), há atividades de Modelagem que representam um convite aos alunos para produzirem conhecimento reflexivo.

Neste texto, apresentei diversos depoimentos dos alunos em relação às atividades e à aprendizagem, mas acredito ser válido destacar outros, mais gerais e que expressam como todo o trabalho de intervenção foi recebido, e o quanto foi significativo para eles. No Quadro 5, então, resalto outros depoimentos que foram

importantes, que levaram à reflexão de que uma metodologia com características inovadoras tem mais aceitação por parte dos alunos e possibilita ensino e aprendizagem com significado.

Quadro 5 – Depoimentos dos alunos relacionados à intervenção realizada

Alunos	Depoimentos
A 6	Esta sendo muito interessante, pois estamos aprendendo com nossos colegas em uma aula diferente e muito boa.
A 3	Hoje tive um pouco de esclarecimento das dúvidas que tinha. O esclarecimento foi objetivo, devido ao trabalho que está sendo muito bem apresentado e aproveitado; trabalhos assim deveriam está no planejamento das aulas dos professores.
A 24	Aprendemos coisas legais ao longo das aulas que tivemos, que podemos talvez usar algum dia.
A 25	Eu aprendi coisas que nunca pensei que eu iria aprender; que seria bom no nosso dia a dia [...].
A 1	Foram muito bem desenvolvidas, então como resultado tive uma boa aprendizagem e gostei do que aprendi sobre o que foi estudado, ou seja, a leishmaniose.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador.

De acordo com os depoimentos do quadro, constatei que o professor deve se colocar em situações que lhe permitam analisar seu trabalho e refletir sobre ele para tomar decisões e agir visando melhoria. Nesse sentido, Brasileiro (2011, p. 210) enfatiza que “mais do que conhecer o seu trabalho, o professor deve saber mobilizar conhecimentos em sala de aula”.

Todos os encontros da intervenção pedagógica foram realizados numa abordagem de ensino mais inovadora, em que a relação professor-aluno não foi verticalizada, já que me posicionei não como detentor do conhecimento e nem como transmissor de conteúdo. Para Burak (2004), na modelagem o papel do professor se redefine. O professor passa a ser orientador, um mediador entre o conhecimento elaborado e o conhecimento do aluno ou do grupo.

Nesse sentido, trazendo a ideia de modelagem na perspectiva sócia-crítica, Barbosa (2003) argumenta que o professor deve se colocar como “orquestrador” das atividades, convidando os alunos a produzirem conhecimento reflexivo, acolhendo as iniciativas dos alunos. Acredito que, quando deixamos de ocupar o lugar de meros transmissores de conhecimentos, para ocupar o lugar de quem promove a construção do saber, já houve uma mudança na nossa compreensão do papel do ser professor. Segundo Brasileiro (2011), para que um professor seja bem-sucedido em sua prática docente, não basta ter domínio do conteúdo - ele deve saber ministrar a aula, tendo como orientação as expectativas e objetivos prescritos, sem deixar de considerar as características e reações dos estudantes.

Nestes encontros, os assuntos eram introduzidos partindo do princípio de que os alunos já possuíam algum conhecimento sobre o tema em estudo. Mesmo quando foram feitas as exposições de caráter verbal, cuidei para que não fosse inibida a participação dos estudantes. A roda de conversa foi valorizada. Nas atividades realizadas, os alunos foram levados a pensar, a buscar e a utilizar informações. Nenhuma das atividades exigiu apenas habilidade de memorização e reprodução de conteúdo. No momento em que eram apresentadas as possíveis respostas corretas, ou seja, quando ocorriam as correções, estas eram realizadas de forma global e com oportunidade da participação. Como todo o trabalho envolvia a metodologia da Modelagem Matemática, a participação dos alunos era relevante.

De acordo com Jacobini e Wodewotzki (2006), é importante que sejam desenvolvidos projetos de Modelagem Matemática na sala de aula, pois essa metodologia leva em conta a participação ativa do educando a partir do estudo de situações-problema do seu cotidiano. Os alunos podem se mostrar ativos ao buscar aprofundar reflexões proporcionadas pelas investigações realizadas no cotidiano.

Segundo Silveira e Ribas (2004), na utilização da Modelagem Matemática há interação e motivação dos alunos e do próprio professor; integração e maior facilitação da aprendizagem; o conteúdo matemático deixa de ser abstrato e passa a ser concreto, adquirindo mais significação; há preparação para vida; atribui novo sentido ao desenvolvimento do aluno como cidadão crítico e transformador de sua realidade.

Destaco que na sociedade contemporânea exige-se dos cidadãos mais do que apontar números; devem saber agir diante das constatações. Nesse sentido, Burak (2010, p. 23) argumenta:

Um exemplo é o alto índice de poluição, isto é indicado por forma numérica ou gráfica, no entanto o número ou o gráfico não resolvem a situação da poluição que precisa dos conhecimentos de outras ciências para dar significado, favorecer a compreensão e os encaminhamentos de soluções. Soluções essas que nem sempre são matemáticas, mas de atitudes, de posturas, de ações solidárias e que a matemática sozinha não dá conta.

Do exposto acima, compreende-se que a Matemática se associa a outras ciências para dar significados e possíveis encaminhamentos para soluções de situações que dependem de mudança de postura e de atitudes da sociedade, visando resolver determinadas situações. Nesse aspecto, é importante o trabalho com modelagem na escola. Por meio dessa metodologia há possibilidade de buscar resolução para problemas em que se utiliza conhecimento de diferentes áreas, sem a necessidade de ferramentas matemáticas experimentais. Para Klüber e Burak (2008), a modelagem na escola não deve ter os mesmos parâmetros da modelagem experimental em que os pesquisadores possuem um grande ferramental matemático para a resolução dos mais diferentes problemas.

Os problemas que surgem na escola nem sempre ensejam problemas que possam ser modelados com a mesma intensidade das ciências naturais ou modelados matematicamente no sentido literal, muitas vezes, os primeiros problemas requerem interpretações bem mais simples, contudo, não menos significativas, pois essas podem conferir outro significado e ordem aos conteúdos programáticos do currículo (KLÜBER; BURAK, 2008, p. 25).

Como exposto pelos autores, os problemas a serem estudados na escola nem sempre podem ser modelados matematicamente. Nesse aspecto, faço a ressalva de que neste trabalho não surgiu nenhuma fórmula nova que possa servir como um modelo, mas, como destaca Burak (2010, p. 23), “no âmbito da Educação Básica, o trabalho com os modelos matemáticos, na perspectiva de Modelagem assumida não constitui prioridade”. Salaria que a maioria dos conteúdos trabalhados, nesse nível de escolaridade, vale-se de modelos já prontos: funções, equações lineares ou quadráticas, fórmulas das áreas de figuras planas e espaciais. Ressalta ainda: “na perspectiva de Modelagem trabalhada, modelo pode ser

entendido como uma representação, e dessa forma contempla e engloba além dos modelos matemáticos outros como uma lista de supermercado, a planta de uma casa entre outros” (BURAK, 2010, p. 23).

Na seção seguinte, apresento uma análise dos dados obtidos a partir da intervenção pedagógica desenvolvida.

4.16 Análise das Atividades

Como o objetivo geral da pesquisa foi analisar as implicações do uso da Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem envolvendo o tema Leishmaniose, os pontos que considerei importantes no decorrer do processo e que serviram para a minha análise foram: a) motivação e satisfação em realizar as atividades; b) envolvimento individual e coletivo na realização das atividades; c) aprendizado do conteúdo de Biologia relacionado com Matemática.

Essas situações foram analisadas a partir das observações em sala de aula e das registradas no diário de campo e no questionário disponibilizado aos alunos e que permitiram a descrição que ora apresento.

a) Motivação e satisfação dos alunos em realizar as atividades:

Os alunos trabalharam de forma independente não só na sala de aula, mas também fora dela. Mostraram-se motivados em todas as atividades realizadas e consideraram relevante o tema leishmaniose.

Constatei que o interesse dos alunos partiu da afinidade com o tema. O fato do estudo da leishmaniose estar relacionado com o cotidiano deles foi ponto motivador. Para Quartieri (2012, p. 124), “[...] quanto maior a afinidade do aluno com o tema, maior será seu interesse, participação e motivação para desenvolver as atividades, tornando-se participante dos processos ensino-aprendizagem”.

“A motivação pode ser considerada como um requisito, uma condição prévia da aprendizagem. Sem motivação não há aprendizagem” (POZO, 2002, p. 146). Nesse sentido, Bock (1999) expõe que o ensino deve ter a preocupação de criar

condições para que o aluno “fique a fim” de aprender.

Posso dizer que foi percebida também motivação nos momentos das dificuldades, porque, mesmo nas situações que dependiam do raciocínio matemático e para as quais não conseguiram resposta correta, não desanimaram e continuaram o trabalho. O depoimento a seguir confirma que, mesmo com dificuldade, os alunos realizaram as atividades: “Eu não achei muito fácil, mas fiz os cálculos” (A18). Considerei ainda, como aspecto motivador, o fato de estarem exercitando autonomia e trabalhando com uma situação real. Nesse sentido, Quartieri (2012) menciona que “quando em sala de aula os estudantes tiverem a oportunidade de trabalhar com situações reais, de coletar informações e de interpretá-las, estariam participando da construção de seus conhecimentos” (QUARTIERI, 2012, p. 124).

Notei que o fato do trabalho estar contextualizado, favoreceu a motivação dos alunos. Os argumentos dos alunos possibilitaram a confirmação dessa ideia: “Eu estou gostando de estudar sobre coisa da vida real” (A27); “Estudar o que faz parte da nossa vida é mais interessante do que estudar coisas de outros lugares” (A2) “Está bom porque o que estamos vendo é coisa do nosso meio” (A10). Essa situação em que a contextualização favorece a motivação foi confirmada em Burak (1992, p. 268), segundo o qual “a motivação para as atividades também pode ser creditada em parte à forma contextualizada de trabalhar a matemática no método da modelagem”. O autor ressalta que “uma atividade se reveste de maior significado quando é trabalhada de forma contextualizada” (BURAK 1992, p. 267).

Jesus (2008) aponta que o trabalho é motivador quando ocorre a partir de situações ou acontecimentos da atualidade ou da realidade que está à volta para ensinar as matérias aos alunos. Em seus relatos os alunos confirmaram: “O bom é que estamos estudando coisa que é verdadeira” (A18). “Fica bem melhor estudar o que a gente tem na nossa cidade” (A11).

Nas atividades ocorreram situações em que os alunos foram ativos na construção do conhecimento. Os alunos mostraram-se ativos quando foram em busca de informações, quando criaram questões e foram para a entrevista com a comunidade e nas demais atividades em sala, quando discutiam e formalizavam ideias. Como encontrado em Jesus (2008), o trabalho é motivador quando se cria

situações em que os alunos passam a ter um papel ativo na construção do seu próprio saber. O autor traz um provérbio para ilustrar essa ideia: “se ouço esqueço, se vejo lembro, se faço aprendo” (JESUS, 2008, p. 23). Assim, entendi que a motivação é um processo. Como expõem Balancho e Coelho (1996), a motivação suscita ou incita uma conduta, que sustenta uma atividade progressiva e canaliza essa atividade para um dado sentido, que no caso foi a aprendizagem.

No decorrer das atividades desenvolvidas, os alunos trabalharam com liberdade. Como explica Freire (1996, p. 104), “o educando que exercita sua liberdade ficará tão mais livre quanto mais eticamente vá assumindo a responsabilidade de suas ações”. De acordo com Burak (1992, p. 273), “a liberdade [...] é o fator determinante da criatividade”. Também Biembengut e Hein (2011, p. 21) apontam que “o professor precisa manter um clima de liberdade, estimulando a participação, a descontração e a criatividade individual”. Ainda em Burak (1992), está expresso que a liberdade de experimentar, conjecturar, construir, tomar decisões e até errar, permite criar o espaço necessário à criatividade. Ao possibilitar que demonstrassem habilidades artísticas e utilizassem recursos tecnológicos, dei liberdade aos alunos para serem criativos, o que foi outro aspecto que considerei como motivador.

Dessa forma, a motivação dos alunos ocorreu a partir desses pontos elencados. Não percebi que houve desmotivação para a realização das atividades. Ademais, as aulas foram planejadas e desenvolvidas pensando na possibilidade de motivação para a aprendizagem. Assim, a atitude positiva dos alunos para com as atividades veio reafirmar que é muito importante o trabalho com atividades dinâmicas e metodologias que permitam ao aluno ser ativo.

Também a utilização de recurso tecnológico, no caso o computador, foi motivador para que os alunos realizassem as atividades. Os relatos dos alunos expressam que é válido o uso do computador em atividades escolares: “É bem legal usar o computador nas atividades” (A23), “Eu penso que usar o computador para fazer as atividades é mais interessante que fazer no caderno” (A7). De acordo com Moran (2000), com o uso das tecnologias o aluno tem possibilidade de uma

aprendizagem ativa e participante, de ser sujeito de ações que o levam a aprender e mudar seu comportamento.

Quanto à satisfação em realizar as atividades, os alunos apresentaram relatos demonstrando estarem satisfeitos com o conhecimento que construíram. Consideraram importante a metodologia da Modelagem Matemática para o estudo sobre a leishmaniose. A partir disso, constatei as percepções acerca das atividades, das aulas, da aprendizagem e também da utilização da metodologia Modelagem Matemática.

Ainda com relação à satisfação em participar das atividades da pesquisa, trago que os alunos fizeram menções positivas. Posso inferir que não houve expressão de insatisfação. Argumentos que comprovam a satisfação em desenvolver as atividades: “Foi uma aula muito boa, interessante e de interesse de todos” (A5)... “Eu achei muito interessante e ótima e a gente aprendeu muito sobre o assunto” (A8). Segundo Burak e Klüber (2007, p. 16), “os alunos manifestam gostar de um tipo de trabalho que se apresenta mais dinâmico e se mostram muito receptivos à maioria das atividades”.

Também trago os resultados obtidos por meio do questionário (APÊNDICE E) disponibilizado aos alunos ao final de cada encontro. O questionário foi composto por duas questões de caráter aberto, o que propiciou aos alunos liberdade de expressão. A Questão 1 continha duas partes a serem respondidas: O que você pensa da atividade que foi desenvolvida? Faça um comentário. Em todas as atividades os alunos responderam a essa questão.

Na primeira parte da questão, 96 % dos alunos disseram que as atividades foram interessantes e criativas. Os outros 4% responderam que não foram compreensíveis. Na segunda parte da questão, expressaram como ponto motivador o trabalho em grupo. E 97% dos alunos comentaram, apontando a importância do trabalho em grupo e a importância das atividades para o conhecimento deles. Os outros 3% analisaram outros aspectos, afirmando que eram atividades difíceis e que, por isso, não gostaram. Essas respostas, porém, eram relativas às situações que envolviam a Matemática.

b) Envolvimento dos alunos:

Quanto ao envolvimento dos alunos, aponto que as atividades ocorreram com dinamismo e interatividade para que favorecesse esse aspecto. Preocupei-me, pensando que, mesmo motivados, poderiam não se envolver, pois a motivação é necessária, mas não suficiente para que exista envolvimento (VEIGA *et al.*, 2012). Mas, constatei que se envolveram com as atividades. Houve envolvimento na busca de informações para a realização da entrevista, para o relato de informações, para a elaboração de texto, para a elaboração de questões e de problemas, para a discussão de informações e de sínteses, para a geração de gráficos por meio de recurso tecnológico e para a elaboração da proposta de prevenção e controle da leishmaniose. De acordo com Burak (1992), o envolvimento com os conceitos matemáticos, a partir das atividades de modelagem matemática, pode tornar o ensino de Matemática mais atraente, por dar significação às ações desenvolvidas na sala de aula.

Por se tratar da utilização da modelagem, as atividades foram desenvolvidas em grupo, o que favoreceu também o envolvimento dos alunos. Conforme encontrado em Burak (1992, p. 184), “o trabalho em grupo propicia uma discussão mais rica, e os aspectos são discutidos de uma forma mais ampla, favorecidos que são pelas diferentes opiniões a respeito do mesmo assunto”. De acordo com Burak (1992), essa forma de trabalhar é mais dinâmica. O autor infere que “a realização de um trabalho em grupo oferece excelente oportunidade e possibilidade de socialização, seja no campo afetivo, social e cognitivo” (BURAK, 1992, p. 274). Ainda conforme o autor, “o grupo proporciona oportunidade de um contato mais estreito entre o professor e os elementos do grupo” (BURAK, 1992, p. 273). Afirma que o trabalho em grupo “aprofunda a relação afetiva com o professor [...], pois possibilita um clima de confiança e respeito mútuo” (BURAK, 1992, p. 291).

Voltando à interação entre os alunos, na minha análise, a interatividade evidenciada possibilitou o envolvimento dos alunos. Eles trabalharam juntos para aprender e foram responsáveis não somente pelo seu próprio aprendizado, mas também pelo aprendizado dos seus colegas de grupo. Essa interatividade dos alunos ocorreu como afirma Soler (2008), que quando há vontade de cooperar, os

alunos confiam e se apoiam uns aos outros.

Essa ideia se confirma com Demo (2003), quando destaca que o trabalho em equipe, aqui chamado de trabalho de grupo, se torna cada vez mais importante nos tempos modernos, visto que trabalha a solidariedade e a ética política, exercitando a cidadania coletiva e organizada. Além disso, segundo Demo (2003), esse tipo de trabalho retrata a participação do indivíduo na sociedade. Em relação a esse aspecto, os alunos mencionaram:

O trabalho em grupo é bem mais desenvolvido do que feito sozinho, aprende-se mais e fica mais leve (A1).

Foi muito legal, pois a atividade foi diferente e criativa, o que fez com que a atividade fosse desenvolvida com mais empenho do grupo (A2).

Nós ficamos bem interessados para fazer panfleto e depois passamos para o computador, o que fez da aula mais moderna e a atividade melhor desenvolvida (A3).

Conforme os excertos dos alunos, posso inferir que cabe a nós, educadores, proporcionar situações de interação que despertem no aluno interesse para interagir com o objeto do conhecimento, com seus colegas e com os próprios professores, como aponta Lima (2008).

Foi notório que os alunos participaram individual e coletivamente e que a participação individual e coletiva foi equilibrada. De acordo com Demo (2003), é importante buscar o equilíbrio entre trabalho individual e coletivo, compondo o sujeito consciente com o sujeito solidário. Ocorreu interação e diálogo entre os alunos. “A interação social, o diálogo entre os sujeitos, os registros escritos, são instrumentos necessários para a concretização da atividade desenvolvida” (VERTUAN; BORSSOI; ALMEIDA, 2013, p. 70). A interação social entre eles foi ponto visível e foi expressa nos argumentos apresentados no questionário que avaliava a aula e a atividade desenvolvida:

Nós aprendemos a discutir as atividades em grupo, tendo a participação dos colegas (A 3).

A gente precisa dedicar mais ao trabalho e ajudar quem está fazendo com você. Lembrar que este trabalho é importante (A10).

Está sendo muito interessante, pois estamos aprendendo com nossos colegas em uma aula diferente e muito boa (A2).

Foi superlegal. Gostei muito de responder aquelas perguntas que os outros alunos criaram (A1).

Durante a utilização de recurso tecnológico como ferramenta para a geração de gráficos e para a construção do *folder* com a proposta de prevenção e controle da leishmaniose, também foi perceptível o envolvimento dos alunos. Nesses momentos os alunos se ajudavam, uns auxiliando os outros, sem levar em consideração o grupo. Conforme encontrado em Vidmontas (2005), a forma como os conteúdos são trabalhados deve prender a atenção dos alunos, fazendo com que eles se interessem e consigam achar um sentido para o que estão aprendendo. Nesse aspecto, Pozo (2002, p. 92) argumenta que “cooperar para aprender costuma melhorar a orientação social dos alunos, além de favorecer a aprendizagem construtiva” [...].

Outro ponto que evidenciou o envolvimento dos alunos nas atividades foram os argumentos relevantes que utilizaram nas discussões acerca da leishmaniose e na entrevista desenvolvida. Também a criatividade na apresentação da proposta de prevenção e controle da leishmaniose deve ser destacada. Talvez se não houvesse envolvimento por parte deles, essas participações fossem menos significativas.

De acordo com a análise realizada, posso inferir que não notei nenhum momento em que pudesse dizer que o envolvimento dos alunos foi deficitário. A minha afirmação toma como base as expressões consistentes dos alunos, tais como: “Atividade muito boa, pois estou me envolvendo muito e estou aprofundando meu conhecimento e tirando minhas dúvidas. Poderia ter mais questões, pois foi interessante e despertou o interesse em querer saber mais” (A7). De acordo com Veiga *et al.* (2012), o apoio do professor, a oportunidade de participação, o currículo e as relações interpessoais positivas são suscetíveis de influenciar o desenvolvimento dos alunos na escola.

d) Aprendizado do conteúdo de Biologia relacionado com Matemática:

O último ponto que destaco da minha análise é o aprendizado. Esse ponto foi relevante e está diretamente relacionado com os outros pontos que utilizei para a análise da intervenção realizada.

Por se tratarem de atividades para os alunos aprenderem conteúdo de Biologia fazendo relação com a Matemática, por meio da Modelagem Matemática, constatei que, em alguns momentos, os alunos necessitaram de mais atenção, ou de maior discussão, ou até precisaram recorrer a conhecimentos prévios, principalmente da Matemática, para que essa relação se estabelecesse. Em Sampaio e Silva (2012) está expresso que é importante fazer a intersecção dessas duas disciplinas desde o ensino básico para que, além de saberem onde usar os conceitos matemáticos em Ciências Biológicas, os alunos saibam o porquê e tenham conhecimento crítico das aplicações Matemáticas. Também Morin (2002) afirma que é preciso distinguir os conteúdos de cada disciplina, mas sem fazer uma separação.

O estabelecimento da conexão entre Biologia e Matemática permitiu também uma mudança de atitude com relação à Matemática por parte dos alunos que, no questionário para definição do tema, disseram não gostar dessa disciplina. Na análise foi possível perceber que a relação das disciplinas contribuiu para a compreensão dos conceitos matemáticos, dando sentido a eles e auxiliou na mudança de atitude com relação à Matemática, como verificado por Soares (2013) e confirmado nos relatos seguintes dos alunos:

Foi muito boa a aula. Deu pra saber coisas da matemática que a gente usa na nossa vida (A19).

Com a atividade desta aula nós compreendemos que o que estudamos de matemática é bem importante e tem significado (A11).

Antes eu pensava que a matemática não tinha sentido pra nossa vida, mas agora sei que pode ser usada em muitas coisas. Usamos matemática para estudar a leishmaniose (A15).

Com estas aulas passei até gostar de matemática porque estudamos de um jeito diferente (A17).

Acho que daqui pra frente vou gostar mais um pouco de matemática (A9).

Lembro que a tecnologia foi apenas uma ferramenta para a realização de parte das atividades, pois havia disponibilidade deste recurso na escola onde se desenvolveu a pesquisa.

Os alunos demonstraram aprendizagem quando apresentaram respostas corretas ou com aproximação daquilo que é considerado correto; quando utilizaram conhecimentos matemáticos para as soluções dos cálculos; quando organizaram informações para construir o *folder* com ideias sensibilizadoras sobre a leishmaniose; e quando perceberam a aplicação da Matemática na vida.

Por meio das atividades desenvolvidas com base na matemática, os alunos perceberam que esta se faz presente na vida. Como expressam Fiori e Cecco (2012, p. 12), “não se vive sem matemática, sabe-se que esta se torna imprescindível na nossa vida”. A relevância da aplicação da Matemática na Biologia mostra como a Matemática está presente no cotidiano e em outras áreas do conhecimento (FIORI; CECCO, 2012). Ainda fazendo referência à Matemática, trago, na sequência, os depoimentos que reafirmam a ideia de que houve aprendizado:

Foi uma atividade um pouco difícil fora da matemática que nós estudamos. Não conseguimos fazer muito, mas nós tentamos resolver (A7).

Apreendi estudar biologia fazendo cálculo (A13).

Eu aprendi a calcular uns índices que são usados para estudo da leishmaniose (A 20).

Aprendemos a fazer gráficos no programa de computador. Também desenvolvemos atividade de biologia com matemática, ou seja, problemas envolvendo a leishmaniose (A16).

Eu aprendi hoje que há vários sintomas para a leishmaniose ocorrer na pessoa e também a fazer panfleto para ajudar as pessoas a se defenderem da doença (A11).

Apreendi como se contrai a doença, como se evita e o que ela causa (A 23).

Para enfatizar a questão da aprendizagem, utilizo as palavras de Barbieri e Burak (2005, p. 8) que afirmam: “o aluno aprende participando, tomando atitudes diante dos fatos, vivenciando sentimentos e escolhendo procedimentos para atingir seus objetivos”.

Na análise dos excertos dos alunos, não constatei que houve uma atividade menos apreciada, mas ressalto que aquelas relacionadas à construção do *folder* e à construção dos gráficos em que utilizaram recurso tecnológico como ferramenta de apoio foram muito apreciadas.

A atividade pra fazer o panfleto foi uma das melhores. Eu gostei porque usamos o computador (A5).

Gostei da aula, pois foi muito bom usar os computadores da sala de informática para fazer os gráficos (A8).

Fazer o panfleto foi uma coisa bem legal. Nós pudemos usar nossa criatividade tanto no panfleto que fizemos na folha de papel quanto quando terminamos no computador. Fazer panfleto no computador não é difícil (A1).

Em todos os momentos das atividades foi dada a oportunidade aos alunos de expor e discutir suas ideias. Segundo Silva (2004, p. 5), “quando o professor permite que os alunos exponham e discutam os seus pontos de vista, ele está ao mesmo tempo permitindo que conflitos e confrontos de ideias apareçam e possam ser resolvidos”. Afirma que “Isso contribui para que um ambiente sócio-afetivo e intelectual se desenvolva e favoreça o aprendizado”. Nas atividades busquei criar um ambiente para estimular o aprendizado. Como expõe Antunes (2001), o professor deve fazer da sala de aula um ambiente de estímulo no qual o aluno seja provocado a “aprender a aprender” e o professor a reconhecer, analisar e refletir sobre sua interação como educador.

Este estudo, no qual a Modelagem possibilitou conhecer aspectos da leishmaniose e aplicabilidade da Matemática, foi uma experiência educativa. Segundo Barbieri e Burak (2005, p. 4), “ao participar de uma aula direcionada pela Modelagem Matemática, o aluno envolve-se numa experiência educativa cujo processo de construção está ligado às práticas vividas”.

Em relação à leishmaniose, posso argumentar que, pelo estudo que fizeram, associaram conhecimento de Biologia à Matemática, compreenderam a gravidade da doença e demonstraram preocupação em compartilhar as informações com a comunidade. Para elucidar o exposto, apresento alguns depoimentos que foram importantes e que reforçam a minha percepção:

Podemos aprender o número de casos de leishmaniose em nossa cidade e

a importância de insistirmos em informar a população sobre a leishmaniose, pois muitos desconhecem a doença (A4).

Foi legal fazer todas essas atividades, aprender mais sobre a leishmaniose e ainda usar a matemática para isso (A14).

A atividade foi interessante e bem desenvolvida. Nunca pensei que na biologia usava matemática (A22).

Postos esses depoimentos, enfatizo o que foi percebido a partir das respostas da Questão 2, do questionário (APÊNDICE E), que tratou exclusivamente de comentários relacionados ao desenvolvimento da atividade e àquilo que aprenderam. Mencionaram que as atividades possibilitaram aprendizagem. Nessa questão, 98% argumentaram terem aprendido aspectos da leishmaniose e que utilizaram a Biologia e a Matemática para aprender. Um percentual de 1% mencionou não ter aprendido muita coisa, porque as atividades eram difíceis, mas que buscaram aprender. Também 1% argumentou que foi cansativo e complicado aprender Biologia associada à Matemática.

A respeito da proposta de prevenção e controle da leishmaniose, 88% expressaram que o que aprenderam pode ser repassado à população. Os outros 12% não fizeram menção a isso. Acerca da utilização da metodologia de Modelagem Matemática, 98% mencionaram que foi interessante e que estudaram Matemática de uma forma como nunca tinham estudado.

Fazendo uma análise qualitativa das respostas e comparando com as gravações de áudios e os vídeos relativos às atividades dos encontros realizados, posso afirmar que a metodologia Modelagem Matemática foi aprovada pelos alunos e os objetivos da pesquisa foram contemplados. Assim, considero que a Modelagem Matemática é uma alternativa importante para o docente, pois o leva a refletir sobre o seu trabalho em sala de aula e possibilita ao aluno aprender de forma diferente do tradicional, de modo contextualizado, com tema de seu interesse. Além disso, possibilita ao aluno “aprender com liberdade para fazer uso das suas potencialidades, das suas próprias estratégias, de sua intuição, de seu modo pessoal de pensar e associar ideias e experiências diante de uma situação-problema real” (BURAK, 1992, p. 315).

Cada educador pode buscar este ou aquele método, técnicas ou recursos diferenciados para ensinar, mas que estes estabeleçam uma troca de conhecimentos entre ele e seus alunos, que permitam o desenvolvimento destes e a construção de uma relação estruturada com o aprender.

Os métodos de ensino são procedimentos e técnicas necessárias para assegurar que as informações trabalhadas com o aluno possam auxiliar na construção do conhecimento. Dessa forma, tenho que a aprendizagem precisa ser significativa para o aluno e, para que isto ocorra, é necessário que o professor relacione suas experiências com os conhecimentos dos alunos, possibilitando que estes se tornem participativos nos processos de ensino e de aprendizagem. “Saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 1996, p. 52)

Posto isso, descrevo no capítulo seguinte as minhas considerações finais, relatando as percepções e reflexões da realização da pesquisa.

5 REFLEXÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para expor algumas considerações sobre a prática pedagógica desenvolvida na turma, apresento de modo reflexivo as ideias que foram formalizadas com a pesquisa. Na intervenção pedagógica desenvolvida, foi relevante o interesse dos alunos pelo tema leishmaniose, relacionado com o cotidiano deles. Nesse contexto, senti-me seguro para o desenvolvimento das atividades. Saliento que foi relevante trabalhar com Biologia apoiada na Matemática, utilizando a metodologia da Modelagem Matemática, na perspectiva de Burak (1992).

O primeiro objetivo específico foi desenvolver uma proposta de ensino com foco na Modelagem Matemática como alternativa metodológica de ensino para a disciplina de Biologia, utilizando o tema leishmaniose em turma do 2º ano do Ensino Médio. Esse objetivo foi contemplado com a realização das atividades, durante quinze encontros. Em todo o trabalho, tive a intenção de que as atividades ocorressem de forma dinâmica, que saíssem do padrão tradicional, que possibilitassem aos alunos serem ativos na construção do conhecimento. Isso foi constatado e me levou a uma reflexão acerca das estratégias e das adaptações possíveis para o trabalho em sala de aula, em particular no Ensino Médio.

O segundo objetivo foi identificar e explorar relações entre Biologia e Matemática, existentes no tema leishmaniose, a partir do desenvolvimento de atividade pedagógica. As situações abordadas focaram inicialmente assuntos relacionados à Biologia, mas a Matemática se fez presente quando houve necessidade de fazer matematização de dados. Desse modo, conteúdos matemáticos, tais como, gráficos, regra de três, teoria dos conjuntos e porcentagem surgiram durante as aulas. Essa matematização ocorreu por meio dos cálculos e a

realização desses foi mais uma oportunidade para que os alunos percebessem a importância da aplicação da matemática. As atividades permitiram que os alunos demonstrassem motivação e envolvimento.

As atividades tiveram o propósito de fazer acontecer o processo de Modelagem Matemática, contudo os conteúdos matemáticos que surgiram não proporcionaram a elaboração de um modelo propriamente dito. Isso, porém, não causou preocupação, pois as representações que emergiram do tema leishmaniose podem ser tidas como modelo, como expresso na concepção de Burak (2010) em que até uma lista de supermercado pode ser considerado um modelo. Desse modo, o processo de Modelagem Matemática ocorreu por meio das atividades realizadas e a relação Biologia/Matemática foi visível. Além disso, implicitamente surgiram conteúdos de outras disciplinas, como a Química. Isto foi visível quando os alunos trabalharam com cálculos que envolveram a concentração do remédio para leishmaniose, o que reforça a importância desta pesquisa.

O último objetivo específico proposto para esta investigação foi sensibilizar os alunos para compreensão da importância de ações individuais e coletivas na prevenção e controle da leishmaniose. Para contemplar esse objetivo, foram desenvolvidas atividades em que os alunos tiveram oportunidades de analisar e discutir a situação da leishmaniose no Brasil, no Estado de Minas Gerais e no município de Rubim-MG.

Em grupo, os alunos interagiram e elaboraram a proposta, que, na concepção deles, era necessária para manter o controle da leishmaniose no município de Rubim-MG. A proposta que foi desenvolvida em forma de *folder* teve significado para os alunos. Estes expressaram preocupação com a situação da leishmaniose no município de Rubim-MG e mostraram ideias sensibilizadoras que chamam a atenção para ações individuais e coletivas relacionadas com a manutenção do controle da leishmaniose. Destaco que, nesse sentido, por fazerem referência a questões de relevância social, como por exemplo, a relação da saúde pública e a necessidade de conscientização para ações preventivas e de controle da doença, ocorreu o aprendizado.

Entre os pontos positivos da realização da intervenção na turma, destaco também que os alunos se mostraram motivados para aprender e sociáveis entre si. Demonstraram interatividade, cooperação e espírito de coletividade. Isso se reforçou quando realizaram, na escola, a mostra com os trabalhos produzidos, relatando que utilizaram a Matemática para estudo de um tema que é da Biologia. Segundo Biembengut e Hein (2011), uma das etapas da Modelagem Matemática é a apresentação dos resultados obtidos pelos alunos por meio da exposição oral.

Ressalto que, talvez, alguns itens mais especificamente relacionados à Matemática pudessem ter sido mais explorados com os alunos durante a prática pedagógica, mas, por limitação relacionada à minha formação acadêmica, isso não ocorreu. Destaco ainda, que esta foi a minha primeira experiência utilizando a metodologia da Modelagem Matemática. Confesso que só tive conhecimento dessa tendência de ensino ao ingressar no mestrado em Ensino de Ciências Exatas. Assim, foi um pouco difícil, mas entendi que se fazia necessário adequar a minha prática àquela metodologia com a qual estava trabalhando.

Em todas as fases da intervenção, os alunos relataram ter gostado das atividades, que as atividades eram interessantes e que aprenderam, o que me fez refletir que, como professor, posso adequar o meu trabalho sempre que possível para favorecer a aprendizagem dos alunos. Esta experiência levou-me a refletir que as metodologias são possibilidades para o ensino e que por meio delas o planejamento pode ser flexível e, associado aos recursos tecnológicos, podem ocorrer resultados positivos.

Em relação aos recursos tecnológicos, foi notória a demonstração de interesse dos alunos. Ademais, a aula fora da sala de aula, no ambiente do laboratório de informática e a experiência de utilizar a arte despertaram para aprender com prazer.

Sei que poderia citar nestas considerações finais muitos outros aspectos positivos constatados com a intervenção pedagógica realizada, mas descrevo uma síntese das ideias que formalizei a partir dos resultados observados. Constatei interesse e motivação dos alunos devido à conexão entre a Biologia/Matemática e a realidade no desenvolvimento das atividades com o tema leishmaniose; importância

da realização de atividades em outros ambientes e não somente na sala de aula; aceitação da metodologia Modelagem Matemática; sensibilização para a questão da saúde pública; estabelecimento de relação dos conteúdos matemáticos com tema específico da Biologia; consciência de cidadania; e aceitação do trabalho de grupo, com alunos colaborando entre si.

A partir dessas ideias citadas, a questão-chave da pesquisa foi respondida. Saliento que o uso da Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem acerca da Leishmaniose no Ensino Médio teve implicações importantes, tais como: trabalhar com tema de importância para os alunos; relacionar o tema com o cotidiano do aluno; usar de flexibilidade para o planejamento das atividades; ter participação ativa dos alunos; utilizar conhecimentos matemáticos; utilizar recurso tecnológico; valorizar o trabalho grupal; refletir sobre a prática docente; explorar inovação metodológica; motivar-se e motivar os alunos; trabalhar conteúdos matemáticos a partir das situações que emergiram do tema.

Outro aspecto importante e que vale mencionar é que, ao fazer a mediação da aprendizagem, me coloquei como orientador. Assim, me fiz ativo e possibilitei também aos alunos se fazerem ativos e com vontade de aprender. Relato aqui que a partir da utilização dessa metodologia, há condições de discutir, propor análise e reflexões relacionadas com a realidade cotidiana dos alunos, de modo que essa realidade possa ser trazida para a sala de aula de Biologia, de Matemática ou de qualquer outra disciplina. Frente ao exposto, enfatizo que o papel do professor no desenvolvimento de atividades realizadas utilizando a metodologia da Modelagem Matemática exige do docente uma postura diferenciada, em que coloca o aluno como agente ativo dos processos de ensino e de aprendizagem.

Saliento que, quer por meio da Modelagem Matemática, quer por outra metodologia, o importante é que o aluno aprenda e que aprenda com qualidade. Posso garantir que este trabalho foi relevante e muito contribuiu para a construção do conhecimento dos alunos e para a minha formação profissional. A partir deste trabalho, sinto que posso continuar utilizando a Modelagem Matemática em outras situações na sala de aula.

REFERÊNCIAS

ALARCÃO, I. **Formação reflexiva de professores: estratégias de superação**. Lisboa: Porto Editora.1996.

ALMEIDA, L. M; DIAS, M. R. D. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como Estratégia de Ensino e Aprendizagem. **Bolema**, Rio Claro, ano 17, n. 22, 2004. Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-pesquisa/grupemat/docs/CO03_epmem_2010.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2015.

ALVES *et al.* Produção Textual no Ensino Médio: entender para praticar.In: XII SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM LETRAS. UNIFRA, **Anais...** Santa Maria, RS, 2012. Disponível em:< <http://www.unifra.br/eventos/inletras2012/Trabalhos/4578.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2015.

AMARAL, A. Em cartaz: os alunos. **Gestão Escolar**, Edição 019, ABRIL/MAIO 2012. Disponível em: < <http://gestaoescolar.abril.com.br/aprendizagem/importancia-expor-trabalho-alunos-689791.shtml>>. Acesso em: 3 set. 2015.

ANTUNES, C. **Trabalhando Habilidade**: construindo ideias. São Paulo: Scipione, 2001.

ANTUNES, I. **Aula de português**: encontro e interação. São Paulo, Parábola Editorial, 2010.

ÁVILA, G. S. S. **As várias faces da matemática**: tópicos para licenciatura e leitura geral. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2010.

BALANCHO, M. J. S.; COELHO, F. M. **Motivar os alunos, criatividade na relação pedagógica**: conceitos e práticas. 2. ed. Porto, Portugal: Texto, 1996.

BASSANEZI, R. C.. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**: uma nova estratégia. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2010.

BASSANEZI, R. C. **Uma Introdução à Biomatemática**. Notas de aula do mini-curso, proferido na 1ª Escola de Inverno em Matemática Pura e Aplicada da UFABC, Santo André – SP, jul. 2011. p. 76.

BARBIERI, D.D., BURAK, D. **Modelagem Matemática e suas implicações para a**

Aprendizagem significativa: um recurso pedagógico para o ensino de matemática. 2005. Disponível em: <<http://dionisioburak.com.br/documentos/CNMEM-Daniela.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática e a Perspectiva sócio-crítica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2003, Santos. **Anais...** São Paulo: SBEM, 2003. Disponível em: <<http://www.uefs.br/nupemm/sipem2003.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2015.

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores.** 253f. (Doutorado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2001.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? **Veritati**, n. 4, p. 73-80, 2004.

BARBOSA, J. C. As discussões paralelas no ambiente de aprendizagem modelagem matemática. **Acta Scientiae**, Canoas. v. 10, 2008. p. 47-58.

BEVILACQUA, P. D.; PAIXÃO, H. H.; MODENA, C. M.; CASTRO, M. C. P. S. Urbanização da leishmaniose visceral em Belo Horizonte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 53, n.1, p. 1-8, fev. 2001.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática: mapeamento das Ações Pedagógicas dos Educadores de Matemática.** Tese de Pós-doutorado, São Paulo, 2003.

BIEMBENGUT, M. S. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p.7-32, jul. 2009.

BIEMBENGUT, M.S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino.** 5ª. ed. São Paulo: Contexto, 2011.

BIEMBENGUT, M. S.. ICTMA: História das ideias e ideias da história. In: **Anais da VII Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática.** Santa Maria: UNIFRA, 2013.

BOCK, A. M. B. (Org). **Psicologias: uma introdução ao estudo de Psicologia.** 13ª ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

BORBA, M. C.; SKOVSMOSE, O. A Ideologia da Certeza em Educação Matemática. In: SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica: a Questão da democracia.** Campinas: Papirus, 2001.

BORBA, M. C. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento.** 1. Ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

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, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde-FNS Coordenação Regional de Minas Gerais. **Estudo Dirigido sobre as Leishmanioses**. Kátia Maria Chaves (Org.). Serviço de Operações – FNS/MG, 1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática**/Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/s/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**/ Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. 3ª Ed. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral**. Brasília: Ministério da Saúde, 2003. 120 p.: il. color – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Epidemiológica. **Manual de Vigilância e controle da leishmaniose visceral**. 1. Ed. 5. Reimpr. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRASILEIRO, A. M. M. A autoconfrontação simples aplicada à formação de docentes em situação de trabalho. **SCRIPTA**. Belo Horizonte, v. 15, n. 28, 2011. Disponível em: < <http://periodicos.pucminas.br/index.php/scripta/article/download/4316/4463>>. Acesso em: 27 mar. 2015.

BUENO, V. C. **Concepções de Modelagem Matemática e Subsídios para a Educação Matemática: quatro maneiras de compreendê-la no cenário brasileiro**. Dissertação de mestrado profissional em Educação Matemática. UFOP-MG. 2011. Disponível em:< http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2439/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Concep%C3%A7%C3%A3oModelagemMatem%C3%A1tica.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2015.

BURAK, D. **Modelagem Matemática**: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem. Campinas. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1992.

BURAK, D. **Modelagem Matemática e a Sala de Aula**. Departamento de Matemática da UNICENTRO- Guarapuava- PR. 2004. Disponível em: <<http://www.joiville.udesc.br/portal/professores/regina/materiais/modelagem.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

BURAK, D. Modelagem Matemática: experiências vividas. **ANALECTA** Guarapuava, Paraná v. 6 nº 2 p. 33-48 jul/dez. 2005. Disponível em:< http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Matematica/artigo_burak.pdf>. Acesso em 20 mar. 2015.

BURAK, D; KLÜBER, T. E. Modelagem Matemática na Educação Básica: uma trajetória. In: IX ENEM - ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. 9. 2007. Belo Horizonte – MG, **Anais...** Belo Horizonte, MG, 2007. Disponível em: <moodle.stoa.usp.br/file.php/1627/texto_apoio_1_-modelagem.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2016.

BURAK, D; KLÜBER, T. E. Atividades de Modelagem Matemática no Ensino Fundamental. In: III ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. 3. 2008. Garapuava, PR, **Anais...** Garapuava, PR, 2008. Disponível em: <http://unicentro.br/editora/anais/iiiiepmem/minicursos/MC_5_638-655.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2015.

BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Revista de Modelagem na educação Matemática**. 2010, vol 1, Nº 1,1.

CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática: um outro olhar. **Alexandria -Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 33-54, jul. 2009.

CEOLIM, A. J.; CALDEIRA, A. D. Por que a Modelagem Matemática não chega à sala de aula? **XIV CIAEM-IACME**, Chiapas, México, 2015. Disponível em: < http://xiv.ciaem-redumate.org/index.php/xiv_ciaem/xiv_ciaem/PA_per/viewFile/338/70>. Acesso em: 28 mai. 2015.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CHAVES, M. I. A. **Modelando matematicamente questões ambientais relacionadas com a água a propósito do ensino-aprendizagem de funções na 1ª série do ensino médio**. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/3111>>. Acesso em: 25 ago. 2015.

CHAVES, M. I. A.; ESPÍRITO SANTO, A. O. Possibilidades para modelagem matemática na sala de aula. Cap. 8. In: **Práticas de modelagem: relatos de experiências e propostas pedagógicas**. ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de, ARAUJO, Jussara de Loiola, BISOGNIN, Eleni (Coord.). Londrina: Eduel, 2011.

CHEMIN, B. F. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos**: planejamento, elaboração e apresentação. 3. ed. Lajeado: Editora Univates, 2015. 315 p.

COHEN, J. E. Mathematics is Biology's next microscope, only better; Biology is Mathematics' next Physics, only better. **PLoS Biol**, v. 2, n.12, 439, p. 017-23, 2004. Disponível em: <<http://www.rpgroup.caltech.edu/courses/aph161/Handouts/Cohen2004.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

COREN. **Boas Práticas: cálculo seguro**. Vol. 2, Cálculo e diluição de medicamentos. São Paulo: COREN- Conselho Regional de Enfermagem, SP, 2011.

DAL CORTIVO *et al.* Modelamento Matemático Aplicado às Ciências Biológicas e à Farmacologia. **Ciencias Farmaceuticas**, Vol. 1, Nº 1, Brasília, Janeiro/Março 2003. Disponível em: <<http://www.saudeemmovimento.com.br/revista/artigos/cienciasfarmaceuticas/v1n1a2.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

D'AMBROSIO, B. S. **Como ensinar matemática hoje? Temas e Debates**. SBEM. Ano II. N2. Brasília. 1989. p. 15-19.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. São Paulo: Autores associados, 2003.

FIORI, A. F.; CECCO, B. L. **A relação entre a biologia e a matemática: biomatemática**. UNOCHAPECÓ. Curso de Matemática. 2012. Disponível em: <<http://www5.unochapeco.edu.br/pergamum/biblioteca/php/imagens/00008E/00008EA9.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 7ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GATTI, B. A. **Grupo focal na pesquisa em Ciências Sociais e Humanas**. Brasília: Liber Livros, 2005.

GENARI, I. C. C. **Conhecimento de escolares sobre leishmaniose visceral**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Araçatuba: 2009.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D.T. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS. Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo; Atlas, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n.3, p, 20-29 Mai./Jun. 1995.

GONÇALVES, C. A.; MEIRELLES, A. M. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

GRAMS, A. L. B. **Modelagem matemática no ensino médio: percepção matemática por meio da música**. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2014. Disponível em:< <http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/6718/1/000459264-Texto%2bCompleto-0.pdf>>. Acesso em: 04 mai. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=31>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

JACOBINI, Ó. R. **A Modelagem Matemática como instrumento de ação política na sala de aula**. 225 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Pós-graduação em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP, 2004.

JACOBINI, O.R.; WODEWOTZKI, M. L. L. Uma reflexão sobre a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática Crítica. 2006. **Bolema**, Rio Claro, v. 19. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-636X201200030006&script=sci_arttext>. Acesso em: 28 ago. 2015.

JESUS, S. N. Estratégias para motivar os alunos. **Educação**, v. 31, n. 1, p. 21-29, jan./abr. Porto Alegre. 2008.

JÚNIOR RAPOSO, A. **Diagnóstico espaço-temporal da leishmaniose em Belo Horizonte e a contribuição do clima na incidência da patologia**. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de (Geografia. Dissertação de Mestrado em Geografia. Belo Horizonte-MG:UFMG, 2008.

KAMII, C.; DECLARK, G. **Reinventando a Aritmética**: implicações da teoria de Piaget. Campinas: Papirus, 1988.

KLÜBER, T. E.; BURAK, D. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. **Educação Matemática e Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, pp. 17-34, 2008. Disponível em:<<http://revistas.pucsp.br/index.php/emp/articulo/viewFile/1642/1058>>. Acesso em: 26 abr. 2015.

KLÜBER, T. E.; BURAK, D. Modelagem Matemática: uma Experiência Concreta. In: **Anais IV Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática**. Feira de Santana - BA, UEFS 2005. Disponível em:< <http://www.dionisioburak.com.br/#!artigos-eventos/cnxf>>. Acesso em: 26 abr. 2015.

LEOPARDI, M. T. **Metodologia da pesquisa na saúde**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2002.

LEVY, S.N. *et al.* **Educação em Saúde: histórico, conceitos e propostas**. Diretoria de Programas de Educação em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde. 2002. Disponível em: < <http://www.datasus.gov.br/cms/temas/educacaosau/educacaosaude/htm>>. Acesso em out. 2015.

LIBÂNIO, J. C. **Didática**. 2ª ed. São Paulo: Cortez; 1994.

LIMA, S. V. **A importância da motivação no processo de aprendizagem**. 2008. Disponível em: < <http://www.artigonal.com/educacao-artigos/a-importancia-da-motivacao-no-processo-de-aprendizagem-341600.html>> Acesso em: 20 nov. 2015.

MARANDINO, M. *et al.* **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MASCARENHAS, S. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

MATTEI, F. **A Modelagem Matemática como Ferramenta para a Construção de Conhecimentos Matemáticos**. Dissertação de mestrado profissional em Ensino de Ciências Exatas. UNIVATES-RS.2012. Disponível em: < <https://www.univates.br/ppgce/producoes/dissertacoes>>. Acesso em: 10 abr.2015.

MIGUEL, I. C.; NATTI, P. L. **Uma proposta de modelagem matemática aplicada à produção da farinha de trigo**. 2009. Disponível em: <www.didadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1498-8.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2016.

MINAS GERAIS. Proposta Curricular. Biologia. Ensino Médio. **CBC-Currículo Básico Comum**. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. 2008.

MINAS GERAIS. **Recomendações para o Manejo Clínico da Leishmaniose Tegumentar e Visceral**. Secretaria Municipal de Saúde, Belo Horizonte, 2007.

MONTEIRO, C. E.F. Interpretação de Gráficos: Atividade Social e Conteúdo de Ensino. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 1999, Caxambu. **Anais....** Disponível em: < http://www.ufrj.br/emaped/paginas/conteudo_producoes/docs_22/carlos.pdf>. Acessado em: 28 set. 2015.

MONTEIRO, E. A. *et al.* **Diagnóstico do Município de Rubim-MG**. Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Superintendência Regional de Belo Horizonte. Belo Horizonte. 2005

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n1/08.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2015.

MORAN, J. M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em**

Perspectiva, 14 (1), 2000.

MORETTO, V. P. **Construtivismo: a produção do conhecimento em aula**. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 6.ed. São Paulo: Cortez, 2002.

NÉRICI, I. G. **Didática geral dinâmica**. 11^a ed. São Paulo: Atlas; 1992.

PESSOA, R. S. **Matemática Biológica: conexões entre matemática e biologia**. Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Biomédica. São José dos Campos: Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento-UNIVAP. 2014.

PIQUEIRA, J. R. C.; NAHAS, T. R. O Sonho de Bernouilli. **Estudos Avançados** 25 (72), 2011. p. 289-301.

PLIESSNIG, A. F.; KOVALICZN, R. A. **O uso de metodologias alternativas como forma de superação da abordagem pedagógica tradicional na disciplina de biologia**. Programa de Desenvolvimento Educacional–PDE do Estado do Paraná.2009. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1-4.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

PORLÁN, R.; MARTÍN, J. **El diario del profesor**. Sevilla: Díada Editora, 1997.

PPP-EEWAC. **Proposta Político Pedagógica da Escola Estadual Walmir Almeida Costa**. Rubim-MG. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. 2015.

POZO, Juan Ignacio. **Aprendizes e Mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

QUARTIERI, M. T. **A Modelagem Matemática na escola básica: a mobilização do interesse do aluno e o privilegiamento da matemática escolar**. 2012. 199 f. Tese (doutorado) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Educação, São Leopoldo, 2012.

QUARTIERI, T. M.; KNIJNIK, G. Modelagem matemática na escola básica: surgimento e consolidação. **Caderno pedagógico**, Lajeado, v. 9, n. 1, p. 9-26, 2012.

REINHEIMER, J. R. **O Uso da Modelagem Matemática no Ensino da Geometria Estudo de Caso: EJA**. Dissertação de mestrado profissional em Ensino de Ciências Exatas. UNIVATES-RS. 2011. Disponível em:<<https://www.univates.br/ppgece/producoes/dissertacoes>>. Acesso em: 02 mai. 2015.

ROSALES, J.C.; YANG, H.M. Modelo Matemático para Descrever Transmissão de Leishmaniose. **TEMA Tendências em Matemática Aplicada**, 7, No. 2 (2006), 337-346. Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional. Disponível em:< <http://tema.sbmac.org.br/tema/article/view/261/200>>. Acesso em: 29 mai.

2015.

SÁ, V. Equações da Vida. **Unesp Ciência**, São Paulo, ed. 28, ano 3, p. 32-35, mar. 2012. Disponível em: <http://www.unesp.br/aci_ses/revista_unespciencia/acervo/28/biomatematica>. Acesso em: 01 maio de 2014.

SAMPAIO, C. F.; SILVA, A. G. Uma introdução à biomatemática: a importância da transdisciplinaridade entre biologia e matemática. **VI Colóquio Internacional: Educação e Contemporaneidade**. São Cristovão- SE/Brasil, 20 a 22 de set., 2012. Disponível em: http://educonse.com.br/2012/eixo_06/PDF/26.pdf. Acesso em: 19 mai. 2015.

SANTO, E. M. Os manuais escolares, a construção de saberes e a autonomia do aluno. **Revista Lusófona de Educação**, 8, 103-115, 2006. Disponível em: <http://recil.grupolusofona.pt/bitstream/handle/10437/1461/Educacao08_santo.pdf?sequence=1>. Acesso em: 28 set. 2015.

SANTOS, F. A. **Modelagem Matemática e bicicleta: proposta de ensino e de aprendizagem para alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola no município de Santana- AP**. UNIVATES – RS. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/804/1/2015FabioAndressdosSantos.pdf>>. Acesso em: 08 mai. 2015.

SENNE, M. A. S. Satisfação em Aprender e Ensinar. **Revista Terceira Civilização**. Ed. 400, p. 9. 01/12/2001.

SILVA, A. S. Modelagem matemática: uma estratégia possível para a melhoria da prática pedagógica dos professores do Ensino Médio. **Ponto de Partida: Revista Acadêmica Discente do Campus de Marabá**, nº 2/2013 Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA. Disponível em: <<http://revistapontodepartida.ufpa.br/index.php/rpp/article/view/62/23>>. Acesso em: 25 mai. 2015.

SILVA JÚNIOR, G.B. Ensino de Biologia e Matemática: possibilidades de influências mútuas. XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil, 2011. **Anais...Recife**, PE, 2011. Disponível em: <http://www.lematec.no-ip.org/CDS/XIIICIAEM/artigos/701.pdf>. Acesso em: 2 out. 2015.

SILVA JÚNIOR, G. B. **Biologia e matemática: diálogos possíveis no ensino médio**. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: http://www2.rc.unesp.br/eventos/matemática/ebrapem2008/upload/281-1-A-gt2_silva%20j%C3%BAnior_tc.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2015.

SILVA, M. J. S. **A inserção do uso do computador no processo de modelagem matemática contribuindo para o aprendizado de conhecimentos matemáticos**. Dissertação de mestrado do PPGEEM da Universidade Federal do Pará. Belém-PA, 2010. Disponível em: <http://www.repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/2678/1/Dissertacao_InsercaoUsoComputador.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2016.

SILVA, M.V. Leishmanioses. **Rev. Fac. Ciênc. Méd. Sorocaba**, v. 5, n. 2, p. 13-17. Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba, 2003.

SILVA, L. M. R.; CUNHA, P. R. A urbanização da leishmaniose tegumentar americana no município de Campinas (SP) e região: magnitude do problema e desafios. **An Bras Dermatol.** São Paulo 2007; 82 (6): 515-9.

SILVA, L. O. **A formação do professor da educação básica para uso da tecnologia: a complexidade prática.** __ In: BRAGA, Júnia de Carvalho Fidelis. Integrando tecnologias no ensino de inglês nos anos finais do ensino fundamental. São Paulo: Edições SM, 2012. (Somos Mestres).

SILVA, O.G.; NAVARRO, E. C. A Relação Professor-aluno no Processo Ensino-aprendizagem. **Interdisciplinar: Revista Eletrônica da Univar** n. 8 Vol. 3 p. 95-100, 2012. Disponível em: <<http://www.univar.edu.br/revista/index.php/interdisciplinar/article/view/82>>. Acesso em: 25 out. 2015.

SILVA, R. C. O desenvolvimento da autonomia em sala de aula: uma experiência com professores e alunos. **RPD – Revista Profissão Docente, Uberaba**, v.4, n. 10, p. 16- 41, jan/abr. 2004 – ISSN 1519-0919 . Disponível em:<<http://www.revistas.uниube.br/index.php/rpd/article/view/79/336>>. Acesso em: 04 fev. 2016.

SILVEIRA, E. ; CALDEIRA, A. D. Modelagem na educação matemática: é possível fazer sem saber? ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA, 10, 2010, Salvador, BA. **Anais...** Salvador – BA, 2010.

SILVEIRA, J. C.; RIBAS, J. L. D. **Discussões sobre modelagem matemática e o ensino-aprendizagem.** 2004. Disponível em:<<http://www.somatematica.com.br/artigos/a8/index.php>>. Acesso em: 02 set. 2015.

SIMÕES, E.; MAIA, R.D. **Manual para Normalização de Projetos de Pesquisa, Monografia e Trabalhos Científicos.** Montes Claros: FACIT, 2012. 103 p. Disponível em:< http://www.femc.edu.br/novo/arquivos_upload/downloads/173.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2015.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica: a questão da democracia.** Campinas-SP: Papirus, 2001.

SOARES, D. S. Matemática e Biologia:relacionando duas áreas por meio da análise de modelos matemáticos. 2013. In: VIII CNMEM: MODELAGEM MATEMÁTICA: PESQUISA, PRÁTICA E IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8, 2013, Santa Maria-RS. **Anais...**Santa Maria-RS, 2013a. p.1-10.

SOARES, D. S. Biologia e Matemática: uma relação de contribuição mútua. Doutorado em Educação Matemática / GPIMEM / IGCE/ Unesp, **Biosferas.** UNESP, Campus Rio Claro 2013b. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/bioferas>>

/0060.php>. Acessado em: 08 fev. 2015.

SOLER, R. **Alfabetização cooperativa**. Rio de Janeiro: Sprint, 2008.

SOSTISSO, A. F. **Modelação matemática: competência científica de uma licenciatura em matemática**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/6852/1/000461943-Texto%2bCompleto-0.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2015.

SONEGO, G. V. **As contribuições da Etnomodelagem Matemática no estudo da geometria espacial**. 143 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática). Programa de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática. Centro Universitário Franciscano, Santa Maria - RS, 2009.

VALENTE, J.A. Pesquisa, comunicação e aprendizagem com o computador. O papel do computador no processo ensino-aprendizagem. In: BRASIL, Ministério da Educação. **Integração das Tecnologias na Educação**. Secretaria de Educação à distância. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2005. p. 22-31.

VEIGA, F. H. *et al.* Envolvimento dos Alunos na Escola: Conceito e Relação com o Desempenho Acadêmico: Sua Importância na Formação de Professores. **Revista Portuguesa de Pedagogia**. ANO 46-2, 2012, 31-47. Disponível em: <<http://iduc.uc.pt/index.php/rppedagogia/article/view/1735/1112>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

VELEDA, G. G; ALMEIDA, L. M. W. Diferentes caracterizações de modelagem matemática na educação matemática: um estudo. In: IV EPMEM – ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4. 2010, Maringá, PR, **Anais...** Maringá-PR, 2010.

VERTUAN, R. E.; BORSSOI, A. H.; ALMEIDA, L. M. W. O papel da mediação e da intencionalidade em atividades de modelagem matemática. **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, v. 7, n. 3, p. 63-80, 2013. Disponível em: <<http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/viewFile/851/292>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

VIDMONTAS, A. *et al.* **Aprendizagem Significativa no Ensino de Biologia**. PUCPR, 2005. Disponível em: <<http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2005/anaisEvento/documentos/com/TCC1159.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2015.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Questionário aplicado aos alunos para definição do tema da pesquisa (abril/2015).



Centro Universitário UNIVATES

Programa de Pós-Graduação

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas

Mestrando: Erisnaldo Francisco Reis

Questionário para decidir o tema norteador da pesquisa a ser realizada com alunos do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Walmir Almeida Costa Rubim – MG, aplicado no mês de abril de 2015.

1. Você gosta de Matemática? () sim () não () um pouco

E de Biologia? () sim () não () um pouco .

Depois de certo tempo, você se lembra dos conteúdos que estudou? () sempre () às vezes () nunca

2. Que conteúdo de Biologia, que você estudou, gostaria de aprender mais e melhor?

3. Os conteúdos de Biologia do 1º ano do Ensino Médio foram interessantes para você? () todos () alguns () nenhum

4.O que você acha que falta nas aulas de Biologia para se tornarem mais interessantes?

5. Que assuntos você acha que poderiam ser abordados nas aulas de Biologia?

6. O que você acha de estudar Biologia associada à Matemática?

7. O que você estudou que poderia ser relacionado com o seu dia a dia, tanto de Matemática quanto de Biologia?

APÊNDICE B - Autorização para divulgação do nome da Escola Estadual Walmir Almeida Costa Rubim-MG.

ESCOLA ESTADUAL WALMIR ALMEIDA COSTA R. O. 3. 5. B. 3
CRIAÇÃO LEI 3641 – 02 / 12 / 65 DE AUT. 11 / 66 / DE 23 / 02 / 66
DENOMINAÇÃO LEI 8473 DE 23 / 11 / 83
RUA DOS GUARANIS, N.º 86 - BAIRRO GUARANÁ
TELEFONE OXX 33 3746 1128
CEP: 39950-000 - RUBIM MINAS GERAIS

AUTORIZAÇÃO

O diretor da escola Estadual Walmir Almeida Costa de Rubim-MG, Roosevelt Ferraz de Sousa, autoriza o mestrando Erisnaldo Francisco Reis, integrante do corpo docente do Programa de Pós-graduação Mestrado em Ensino de Ciências Exatas – UNIVATES/RS a utilizar o nome desta escola para fins de identificação da mesma no seu projeto de pesquisa denominado **Modelagem Matemática e Leishmaniose: proposta de ensino e de aprendizagem relacionando Biologia e Matemática**.

Rubim-MG, 28 de maio de 2015.


Roosevelt Ferraz de Sousa
Diretor- MASP 813600-4

Roosevelt Ferraz de Sousa
Diretor DV
MASP 813.600-4
Nomeação - MG 21-01-2012

APÊNDICE C - Autorização para divulgação da imagem da Escola Estadual Walmir Almeida Costa Rubim-MG

ESCOLA ESTADUAL WALMIR ALMEIDA COSTA R. O. 3. 5. B. 3
CRIAÇÃO LEI 3641 - 02 / 12 / 65 DE AUT. 11 / 66 / DE 23 / 02 / 68
DENOMINAÇÃO LEI 8473 DE 23 / 11 / 63
RUA DOS GUARANIS, N.º 86 - BAIRRO GUARANÁ
TELEFONE 0XX 33 3746 1128
CEP: 39950-000 - RUBIM MINAS GERAIS

AUTORIZAÇÃO

O diretor da Escola Estadual Walmir Almeida Costa de Rubim-MG, Roosevelt Ferraz de Sousa, autoriza o mestrando Erisnaldo Francisco Reis, integrante do corpo discente do Programa de Pós-graduação Mestrado em Ensino de Ciências Exatas, que realizará encontros com os alunos do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Walmir Almeida Costa- Rubim-MG a utilizar fotografias desta escola para fins de identificação da mesma no seu projeto de pesquisa denominado **Modelagem Matemática e Leishmaniose: proposta de ensino e de aprendizagem relacionando Biologia e Matemática.**

Rubim-MG, 28 de maio de 2015.


Roosevelt Ferraz de Sousa
Diretor Escolar- MASP 813600-4
Roosevelt Ferraz de Sousa
Diretor DY
MASP 613.000-4
Mecenação - MG 21-01-2012

APÊNDICE D - Carta de Anuência da Escola Estadual Walmir Almeida Costa com a pesquisa.

ESCOLA ESTADUAL WALMIR ALMEIDA COSTA R. O. 3. 5. B. 3
CRIAÇÃO LEI 3641 - 02 / 12 / 05 DE AUT. 11 / 66 / DE 23 / 02 / 86
DENOMINAÇÃO LEI 8473 DE 23 / 11 / 83
RUA DOS GUARANIS, N.º 85 - BAIRRO GUARANÁ
TELEFONE 0XX 33 3746 1128
CEP: 39850-000 - RUBIM MINAS GERAIS

CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos o pesquisador *Erisnaldo Francisco Reis*, professor desta instituição, Mestrando em Ensino de Ciências Exatas e vinculado ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* da UNIVATES Campus Lajeado-RS, a desenvolver o seu projeto de pesquisa intitulado *Modelagem Matemática e Leishmaniose: proposta de ensino e de aprendizagem relacionando Biologia e Matemática*, que está sob a orientação da Professora Dra. Andréia Aparecida Guimarães Strohschoen e co-orientação da Professora Dra. Marli Terezinha Quartieri, cujo objetivo é investigar quais as implicações do uso da Modelagem Matemática nos processos de ensino e aprendizagem de conteúdos de Biologia, envolvendo o tema Leishmaniose, com alunos do 2º ano do Ensino Médio, na Escola Estadual Walmir Almeida Costa- Rubim/MG.

A aceitação está condicionada ao cumprimento do pesquisador aos requisitos da Resolução 196/96 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.

Ressaltamos que os dados coletados deverão ser mantidos em absoluto sigilo de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS/MS) 466/12 que trata da Pesquisa envolvendo Seres Humanos. Salientamos ainda que tais dados sejam utilizados tão somente para realização deste estudo.

Rubim -MG, 28 de maio de 2015.


Roosevelt Ferraz de Sousa

Diretor

Roosevelt Ferraz de Sousa
Diretor DV
MASP 813.600-4
Nomeação - MG 21-01-2012

APÊNDICE E: Questionário para análise do desenvolvimento das aulas.



Centro Universitário UNIVATES

Programa de Pós-Graduação

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas

Mestrando: Erisnaldo Francisco Reis

Questionário aplicado a alunos, relativo ao desenvolvimento das aulas.

1- O que você pensa da atividade que foi desenvolvida nesta aula? Faça um comentário.

2- Com relação ao desenvolvimento da atividade, faça um comentário sobre o que você aprendeu hoje.

APÊNDICE F: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O mestrando Erisnaldo Francisco Reis, integrante do corpo discente do Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, realizará encontros com os alunos do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Walmir Almeida Costa, Rubim - MG, com a finalidade de desenvolver seu projeto de pesquisa denominado **Modelagem Matemática e Leishmaniose: proposta de ensino e de aprendizagem relacionando Biologia e Matemática**.

Para a concretização da pesquisa, o mestrando desenvolverá as atividades em sala de aula, mais precisamente nas aulas de Biologia, fará também a aplicação de questionário escrito e os encontros serão gravados em vídeo. Como garantia de manutenção do caráter confidencial e anônimo das informações, o conteúdo do questionário e das gravações somente será utilizado pelo mestrando e ficará sob sua guarda. Os resultados estarão sempre em sigilo ético, não sendo mencionados os nomes dos participantes em nenhuma apresentação oral ou trabalho escrito que venha a ser publicado. Além disso, a participação não representará nenhum custo para os sujeitos envolvidos.

A concordância em participar do questionário para decidir o tema norteador da pesquisa a ser realizada, do questionário de avaliação de cada aula, e das gravações ou de qualquer outro meio de investigação dá garantia de receber, a qualquer momento, resposta a toda pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida acerca da pesquisa e de seus procedimentos; liberdade de retirar o consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem que isso traga qualquer prejuízo ao participante.

Pelo presente, o participante declara que foi esclarecido de forma clara e detalhada e livre de qualquer forma de constrangimento ou coerção, dos objetivos, da justificativa e dos procedimentos a que será submetido e autoriza a participação por meio deste documento.

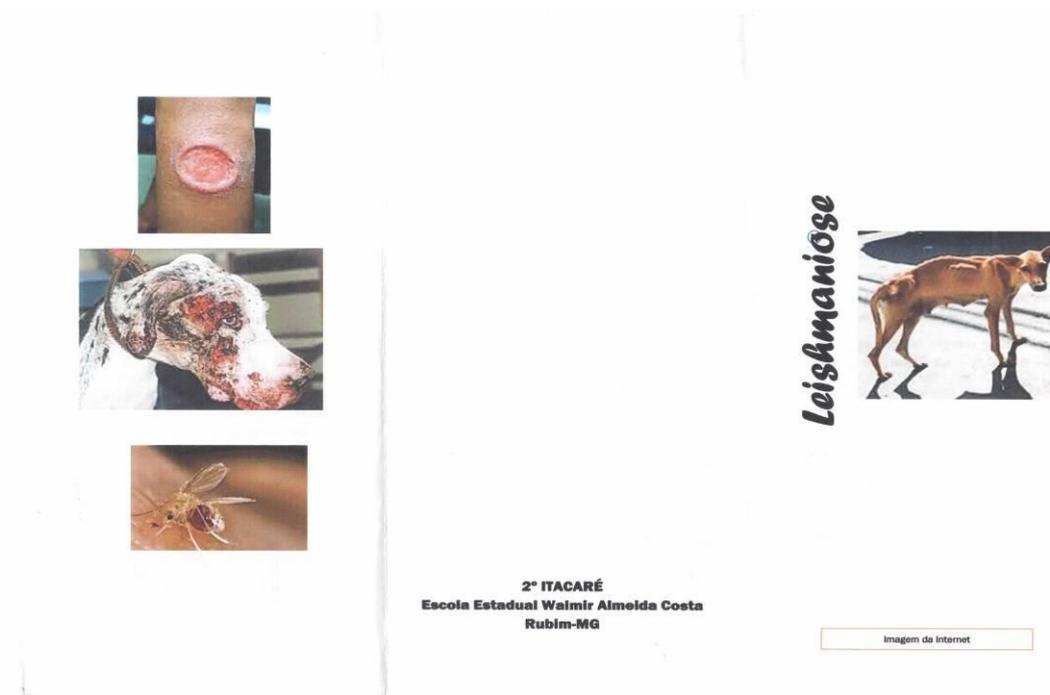
O pesquisador responsável é o mestrando Erisnaldo Francisco Reis, do Centro Universitário UNIVATES de Lajeado-RS, orientado pela professora Dra. Andréia Aparecida Guimarães Strohschoen e coorientado pela Dra. Marli Teresinha Quartieri, que poderão ser contactadas pelos e-mails aaquim@univates.br, mtquartieri@univates.br ou pelo telefone (51) 3714-7000 ramal 5418 e ramal 5517. Nestas condições, solicita-se o seu consentimento.

Nome do responsável: _____

RG: _____ Assinatura: _____

Rubim-MG, ____ de _____ de 2015.

APÊNDICE G – Folder construído pelos alunos do ensino médio, 2º ano Itacaré/2015 da Escola Estadual Walmir Almeida Costa- Rubim-MG (Grupo G3).



Medidas para manter o controle da leishmaniose

- * Medidas preventivas como o uso de repelente, manejo ambiental através da limpeza de quintais, terrenos e praças públicas.
- * Realizar previamente exame sorológico canino antes de proceder doação de cães.
- * As pessoas devem buscar informações sobre a doença no Setor de Zoonoses Municipal.
- * Procurar o médico imediatamente em casos de suspeita de leishmaniose.
- * Solicitar visitas de agentes da Secretaria de Saúde Municipal para observação de cães suspeitos.
- * Solicitar da Secretaria de Saúde que seja feito dedetização em ambientes suspeitos de presença do mosquito.

O que é leishmaniose

A leishmaniose é uma doença causada por um protozoário do gênero *leishmania*. É uma doença que pode levar à morte.

As formas mais comuns da leishmaniose são: leishmaniose tegumentar (úlcer de Bauru, ferida brava) e leishmaniose visceral (calazar).

Como é a transmissão da leishmaniose?

A leishmaniose tegumentar ou ferida brava e a leishmaniose visceral ou calazar são transmitidas por um mosquito muito pequeno (2 a 3 milímetros) de cor amarelada, chamado de "flebótomo" e conhecido por mosquito palha.

Quando o mosquito suga sangue de um animal contaminado com *leishmanias*, ele ingere as *leishmanias* que vão se multiplicar no intestino do inseto. Ao picar o homem ou outro animal sadio, ele passa o parasita para estes, fazendo com que eles venham a ter leishmaniose.

Leishmaniose visceral

A leishmaniose visceral é aquela em que os parasitas se multiplicam nos órgãos que produzem substâncias de defesa do organismo.

Ataca o baço, fígado e a medula.

Leishmaniose tegumentar

A leishmaniose tegumentar é aquela em que os parasitas se multiplicam na pele (tegumento), na mucosa ou em ambas, propiciando formação de lesões. Também é chamada de leishmaniose cutânea quando a lesão é só na pele. É chamada de cutâneo-mucosa, quando a lesão se desenvolve na pele e na mucosa.



Imagem da Internet

APÊNDICE H – Folder construído pelos alunos do ensino médio, 2º ano Itacaré/2015 da Escola Estadual Walmir Almeida Costa- Rubim-MG (Grupo G3).

O que é necessário para manter o controle da Leishmaniose no município de Rubim-MG

- Manter quintais limpos, livre de lixo, principalmente orgânico.
- Permitir que seu cão seja examinado.
- Procurar o médico em caso suspeito.
- Exigir orientação da Secretaria de Saúde.
- Comunicar ao Setor de Zoonoses a presença de cães errantes.
- Autorizar o sacrifício do seu cão, quando confirmada a contaminação.

Lembre-se!
A leishmaniose pode tirar sua vida.

Previna-se!

2º ano Itacaré
E. E. Walmir Almeida Costa
Rubim-MG

LEISHMANIOSE!

FIQUE DE OLHO,

ELA
PODE MATAR!



Imagens retiradas da Web.

O que é leishmaniose?

É uma doença infecciosa causada por um parasito do gênero *Leishmania*. É transmitida pelo inseto do gênero *Lutzomyia*, comumente chamado de flebótomo e popularmente conhecido por mosquito palha, asa branca, cangalhinha e outros nomes.

Existem dois tipos: o tipo Leishmaniose Tegumentar Americana ou ferida brava e o tipo Leishmaniose Visceral ou Calazar.

Fique Sabendo....

A leishmaniose tem tratamento quando diagnosticada em tempo. A leishmaniose pode matar!

Sintomas em animais

Apatia, crescimento exagerado das unhas, ferida exposta, falta de apetite, olhos lacrimejantes, febre irregular, sangramento nas fezes, emagrecimento, perda de pelo nas orelhas e cauda



Sintomas em pessoas

Palidez, anemia, barriga grande, febre irregular, problema na medula, inchaço do baço, falta de apetite, sangramento na boca e nas fezes, ferida exposta na pele ou mucosas e

Habitat do mosquito

Gostam de mato ou locais com resto de vegetação como vales, pé de serra ou boqueirões. Gostam de lugares com pouca luz e úmidos. Se esconde durante o dia e sai ao cair da tarde em busca de alimento. Algumas espécies se adaptam próximo a domicílios, em galinheiros, chiqueiros, canil, canil, paiol, etc.



ANEXOS

ANEXO A - Estudo dirigido sobre leishmaniose visceral e leishmaniose tegumentar extraído do caderno elaborado pelo Ministério da Saúde em conjunto com a Fundação Nacional de Saúde – FNS sob a Coordenação Regional do Estado de Minas Gerais (1996).

Estudo dirigido sobre leishmaniose visceral e leishmaniose tegumentar.

1- Marque **V** para as alternativas Verdadeiras e **F** para as Falsas.

a) () No Brasil, ocorrem duas formas clínicas de leishmaniose: Leishmaniose Visceral ou Calazar e a Leishmaniose Tegumentar Americana, também chamada Ferida Brava.

b) () As leishmanioses são transmitidas por um mosquito muito pequeno. É conhecido por flebótomo ou mosquito palha.

c) () O agente etiológico do calazar é o *Leishmania brazilliensis* e o da ferida brava é o *Leishmania chagasi*.

d) () O cão aparentemente sadio nunca pode estar com calazar!

2- Escolha nos retângulos os termos que completam as frases.

As duas formas clínicas de leishmaniose são:

a) _____, conhecida por _____.

b) _____ também chamada _____.

Leishmaniose Visceral

Ferida Brava

Calazar

Leishmaniose Tegumentar Americana

3- Marque com o número 1 o que é relativo a Leishmaniose Visceral ou Calazar e com 2 o que se refere a Ferida Brava.

a) () Emagrecimento, fraqueza, crescimento da barriga, anemia, palidez, diarreia, sangramento na boca.

b) () Ferida na pele, na mucosa ou em ambas.

c) () A raposa é reservatório silvestre, e o cão, o hospedeiro doméstico.

d) () Várias espécies de flebótomos podem transmitir a doença.

e) () É uma doença de evolução lenta, que pode se tornar grave e matar. Acomete principalmente as crianças de 0 – 9 anos.

4- Redija um texto sobre a LEISHMANIOSE VISCERAL e sobre A LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA, citando os nomes de como são conhecidas, como se contrai, quais são os reservatórios, sintomas e principais características da infecção humana.

A **Leishmaniose Visceral** é conhecida por: _____.

A transmissão é _____.

O _____ é o reservatório doméstico, e a _____ reservatório silvestre.

Os principais sintomas são: _____

A _____, afeta principalmente as _____

_____.

- A Leishmaniose Tegumentar Americana é conhecida por:

_____.

5- Qual é o papel do cão em relação ao calazar?

_____.

Elaborado pelo Ministério da Saúde em conjunto com a Fundação Nacional de Saúde – FNS sob a Coordenação Regional do Estado de Minas Gerais (1996).