

## **Modelagem matemática e leishmaniose: possibilidade de relação entre biologia e matemática**

### **Mathematical modeling and leishmaniasis: possibility of relationship between biology and mathematics**

Andreia Aparecida Guimarães Strohschoen  
[aaguim@univates.br](mailto:aaguim@univates.br)

Erisnaldo Francisco Reis  
[erisnaldoreis1@gmail.com](mailto:erisnaldoreis1@gmail.com)

Marli Teresinha Quartieri  
[mtquartieri@univates.br](mailto:mtquartieri@univates.br)

#### **Resumo**

Neste artigo faz-se o relato de dados decorrentes de uma pesquisa desenvolvida por meio de prática pedagógica envolvendo a utilização da Modelagem Matemática e o tema leishmaniose, como proposta de ensino e de aprendizagem. A pesquisa desenvolvida com alunos do 2º ano do Ensino Médio foi de cunho qualitativo para um estudo de caso. Como instrumentos para coleta de dados foram utilizados o diário de campo do professor, gravações de aula em vídeo, áudio e questionários aplicados aos alunos. Para a análise dos dados, utilizou-se a abordagem textual discursiva. As atividades foram realizadas em grupo, envolvendo a questão da ocorrência da leishmaniose no município de Rubim-MG, que foi estudada por meio da metodologia Modelagem Matemática relacionando Biologia e Matemática. Os resultados apontam que a utilização da Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem acerca da Leishmaniose no Ensino Médio possibilita o estabelecimento de uma relação relevante entre Biologia e Matemática, que tem implicações importantes, tais como: relacionar o tema com o cotidiano do aluno; fazer utilização de conhecimentos matemáticos, dentre outras.

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

#### **Abstract**

In this article do the description of the data resulting from a survey developed by means of pedagogical practice involving the use of mathematical modeling and the leishmaniasis theme, as proposal to teaching and learning. The research was of qualitative approach to a case study. Was developed in the class of 2nd year of high school. As instruments for data collection were used the teacher's field diary, classroom video recordings, audio and questionnaires given to students. For data analysis, we used the discursive textual approach. The activities were conducted in groups, involving the issue of occurrence of Leishmaniasis in Rubim-MG, which was studied by means of the methodology Mathematical Modeling relating Biology and Mathematics. The results show that the use of Mathematical Modelling in the teaching and learning about leishmaniasis in high school allows for the establishment of a relevant relationship between biology and mathematics, which has important implications, such as: to relate the topic to the everyday student; making use of mathematical knowledge, among others.

**Key-words:** Mathematical Modeling; Biology; Leishmaniasis; High school; Learning.

## **1. Introdução**

A disciplina Biologia apresenta conteúdos que são relacionados à outras disciplinas do currículo das escolas de educação básica. Nota-se que existem conteúdos que são

estudados utilizando conceitos matemáticos, mas esta relação entre a Biologia e a Matemática às vezes pode não possibilitar um significado real para os alunos.

Acredita-se que a integração entre as diversas áreas do saber é importante para o educando construir seu conhecimento. Neste contexto, foi realizada uma pesquisa, vinculada à Dissertação de Mestrado, que partiu da questão-problema: Quais as implicações do uso da Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem acerca da Leishmaniose no Ensino Médio?

A pesquisa envolveu alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual do Município de Rubim/MG. O tema da pesquisa foi o uso de Modelagem Matemática para auxiliar no ensino e na aprendizagem acerca da Leishmaniose no Ensino Médio. Foi uma pesquisa qualitativa e se caracterizou como um estudo de caso, pois buscou conhecer e estudar uma situação específica.

A pesquisa foi direcionada por alguns objetivos e neste artigo, utiliza-se apenas o objetivo de identificar e explorar relações entre Biologia e Matemática, existentes no tema leishmaniose a partir do desenvolvimento de atividades pedagógicas por meio da Modelagem Matemática. Neste contexto, a Modelagem Matemática foi utilizada, como recurso metodológico possível de contribuir para aprendizagem dos alunos no estudo da leishmaniose.

## **2. Biologia, Matemática, leishmaniose e modelagem matemática.**

A Biologia possibilita 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 proporcionam essa integração com outras disciplinas. De acordo com a Proposta Curricular de Biologia do Estado de Minas Gerais, que apresenta os conteúdos básicos comuns, a inserção da Biologia na área da Matemática, Ciências da Natureza e suas tecnologias, sinaliza para além do conhecimento científico disciplinar, ou seja, deve-se buscar uma integração dos diferentes saberes que constituem as disciplinas (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).

Corroborando com o exposto, 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 [...]”. Nota-se que a Biologia usa problemas que são próprios da área, mas faz articulação com a Matemática utilizando-se das teorias e instrumentos matemáticos. A partir desta articulação são elaborados os modelos que possibilitam a solução e interpretação dos problemas biológicos. Neste aspecto, Silva Júnior (2008, p. 26) 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.

Frente ao exposto, fica entendido que é por meio dos modelos matemáticos que ocorre o favorecimento da articulação entre a Biologia e a Matemática. Desse modo, percebe-se que os modelos possibilitam a Biologia e a Matemática se relacionarem em várias situações que representam a vida.

Sobre esta relação entre Biologia e Matemática, Pessoa (2014, p. 13) traz que a “Biologia gera problemas complexos e a Matemática cria caminhos para interpretá-los”. Discorre ainda que “quando se começa a aplicar Matemática à Biologia o problema é posto em palavras, não há fórmulas” (Ibidem), o que talvez facilitasse o estabelecimento de uma relação entre estas disciplinas.

Considerando-se 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.

Segundo 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. Nesse contexto, a Modelagem Matemática pode ser pensada. 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 vista como possibilidade de ensino e de aprendizagem de conteúdos que têm conexão com a Matemática.

Desse modo, Chaves e Espírito Santo (2011, p. 169), expõem que 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.

Esta ideia de relacionar conteúdos matemáticos a conteúdos de áreas diferentes é interessante. Pelo que foi afirmado pelos autores, por meio da Modelagem Matemática, pode ser estabelecida esta articulação, pois já está compreendido que a matemática é relevante para resolver questões biológicas. Nesta perspectiva, Sá (2012) destaca que é cada vez maior o número de perguntas do mundo da Biologia que está encontrando respostas no universo matemático. O autor ainda salienta que estudos trazem a modelagem como uma das maneiras de sintetizar informações, quantificar incertezas e gerar novos conhecimentos.

Além disso, existe uma 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. De acordo com Biembengut (2009), atualmente, tem aumentado de forma significativa o número de pesquisas e relatos de experiências em sala de aula envolvendo a Modelagem Matemática.

Em concordância com o exposto, Burak (2004) afirma que “a Modelagem Matemática rompe com a forma usual de se trabalhar o ensino de Matemática na escola” (BURAK, 2004, p. 4). Com a modelagem o aluno, passa a se tornar mais consciente da utilidade da Matemática para resolver e analisar problemas do dia a dia (D’AMBRÓSIO, 1989).

Não há dúvida da necessidade de mostrar para o aluno que a Matemática que é aprendida na escola é a mesma do dia a dia, ou seja, é aquela que utilizamos a todo o momento em situações reais. Desse modo, entende-se que a modelagem seja uma possibilidade de fazer com que o aluno se conscientize disto. Tendo que a Modelagem é um meio para estudo da realidade, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), 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.

De acordo com Burak (1992, p. 292), dentro de uma proposta de Modelagem Matemática, “o professor tem o papel de mediador da relação ensino-aprendizagem”, ou seja, orientador do trabalho. Deve tirar as dúvidas, colocando novos pontos de vista com relação ao problema tratado. Neste aspecto, Burak (2004) esclarece que na forma de encaminhamento concebida pela Modelagem Matemática enquanto metodologia para o ensino de Matemática na Educação Básica, o papel do professor se redefine. Para o autor, nesta 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).

Portanto, um ponto importante da modelagem é o fato do professor deixar de ser o centro do processo de construção do conhecimento do aluno. Outro ponto a considerar é a escolha do tema, que deve ser realizada juntamente com os estudantes, dando liberdade para que eles façam uso de suas estratégias, intuições e formas de pensar e agir perante uma problemática. Para o trabalho com a modelagem, há necessidade de seguir alguns passos ou etapas. Necessita-se também 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. 293).

Sobre as etapas da Modelagem Matemática, Burak (1992) as descreve em cinco etapas para fins didáticos: escolha do tema; pesquisa exploratória; levantamento dos problemas; resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema; análise crítica das soluções. O autor faz um detalhamento destas etapas da seguinte forma:

**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 interesse dos alunos. 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-se 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 no 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

[...] um modelo simples que reproduza as características do fenômeno estudado, mesmo com uma matemática elementar é suficiente e, ainda tem-se 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.

Conforme este pressuposto, uma matemática elementar e um modelo simples servem para o estudo de um fenômeno. Assim, a Modelagem Matemática se caracteriza como procedimentos que servem para buscar explicação matemática dos fenômenos presentes no cotidiano do ser humano (BURAK, 1992).

### **Procedimentos Metodológicos**

Para a realização da pesquisa foram utilizados procedimentos metodológicos que direcionaram o trabalho. 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.

A presente pesquisa foi qualitativa. 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.

Foi um estudo de caso, que buscou conhecer e estudar uma situação específica da leishmaniose, conforme Yin (2015) que trata-o como uma importante estratégia metodológica para a pesquisa em ciências humanas, pois permite um aprofundamento em relação ao fenômeno investigado.

As atividades da pesquisa foram desenvolvidas em turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual do município de Rubim-MG com 29 alunos. Quanto aos instrumentos de coleta de dados, foram utilizadas gravações em vídeo e áudio, aplicação de questionário aos alunos e diário de campo. Para a análise dos dados, foi utilizada a Análise Textual Discursiva na perspectiva de Moraes e Galliazzi (2006) para os resultados que surgiram da exploração das atividades.

### **Resultados e discussão**

Dentre as atividades realizadas, durante os 15 encontros de 50 minutos em que foi realizada a pesquisa, utilizando-se a Modelagem Matemática para o estudo do tema leishmaniose, neste texto pretende-se socializar apenas as atividades do 8º, 9º e 11º encontros em que utilizou-se o subtema “ocorrência da leishmaniose em Rubim-MG”. Nos encontros, as atividades foram realizadas pelos alunos organizados em cinco grupos de cinco membros. Os grupos foram identificados por G1, G2 sucessivamente e, para as todas as atividades mantiveram a mesma formação. Ao final de cada encontro, por meio de questionário, os alunos avaliaram as atividades.

O intuito era que os alunos investigassem a expressividade da doença por meio do desenvolvimento das atividades. Para tanto, os alunos deveriam, realizar o levantamento de informações da ocorrência da leishmaniose no município de Rubim – MG. Por meio de uma conversa com agentes do Setor de Zoonoses da Secretaria Municipal de Saúde de Rubim, que compareceram à turma, os alunos obtiveram os dados relativos à ocorrência da leishmaniose no referido município.

No decorrer da conversa duas alunas foram bem questionadoras e fizeram indagações pertinentes. A aluna A16<sup>1</sup> 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 em que 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 largados na rua. Nesse aspecto os agentes informaram que as pessoas devem ficar atentas ao estado de saúde destes cachorros, observando-os e, qualquer suspeita avisar ao Setor de Zoonoses da cidade. Nesta conversa, os agentes proporcionaram informações suficientes para construção de quadros e gráficos demonstrativos da evolução da doença.

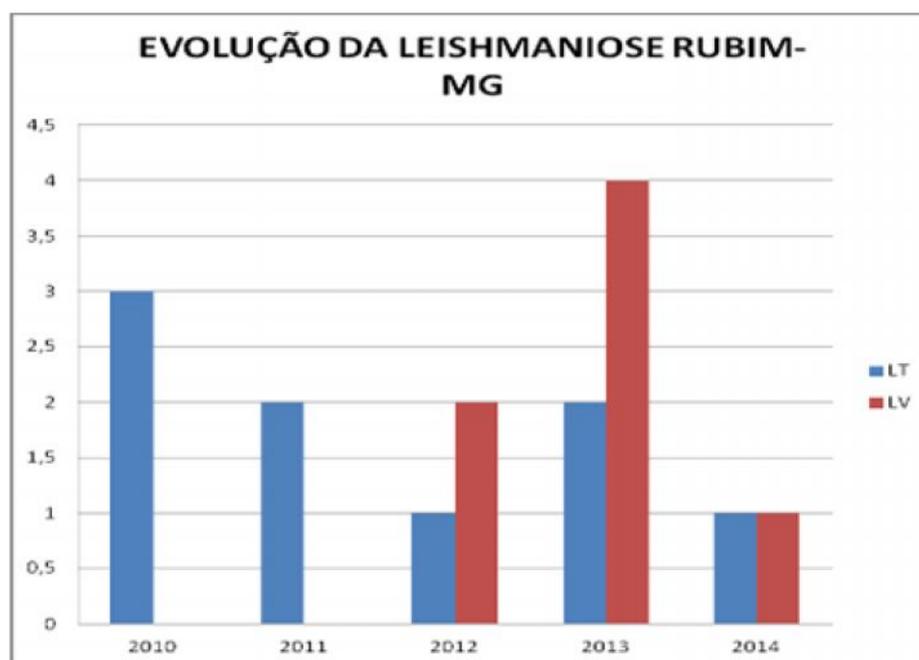
---

1 Neste texto os alunos serão identificados por A1, A2,... para preservar o anonimato.

Sem dúvida, pode ser afirmado que as informações obtidas a partir da conversa, muito agregaram ao conhecimento dos alunos. Ao final da conversa foi disponibilizado o questionário para registros das percepções dos alunos relativas ao encontro. Segue alguns comentários: “Foi desenvolvido de forma dinâmica” (A3). “Muito interessante, eu gostei muito e espero que mais para frente eu aprenda mais coisas interessantes como foi nesta atividade” (A6). Disso, fica a ideia de que os alunos buscam dinamismo nas aulas e que quando o assunto é do interesse deles, criam expectativas para as atividades futuras.

Os dados obtidos pelos alunos foram organizados em quadros e gráficos de modo que possibilitasse a leitura da evolução da leishmaniose em Rubim-MG. Os alunos utilizaram os computadores do laboratório de informática da escola para gerar os gráficos. Organizaram os dados do ano de 2010 a 2014 que apresentam a ocorrência da leishmaniose visceral e da leishmaniose tegumentar em Rubim-MG. Na Figura 1 está representado um gráfico gerado pelo Grupo G5, que demonstra a evolução da leishmaniose em Rubim-MG.

**Figura 1:** Gráfico que representa a evolução da leishmaniose no município de Rubim - MG (2010-2014), elaborado pelos alunos do 2º ano do Ensino Médio.



**Fonte:** Banco de dados do professor pesquisador. Legenda: LT - Leishmaniose tegumentar; LV - Leishmaniose visceral.

O gráfico traz o número de casos da leishmaniose tegumentar e da leishmaniose visceral por ano, no período de 2010 a 2014 em Rubim-MG. 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. O gráfico possibilitou visualizar como ocorreu a evolução da doença neste 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”. Monteiro (1999, p. 1) 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”.

Na sequência, fizeram a interpretação dos gráficos relatando em texto o que perceberam. Por meio dos textos produzidos foi constatado que os alunos visualizaram a expressividade da doença e que ainda ocorrem casos em Rubim. Na Figura 2 é apresentado um dos textos produzidos pelos alunos.

**Figura 2:** Texto da interpretação dos gráficos produzido pelos alunos do 2º ano do Ensino Médio.

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 pessoas que morreram 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 cochares 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.

No texto da Figura 2, os alunos descreveram sobre a evolução da leishmaniose em Rubim-MG, salientando que parece estar controlada a doença. Relataram ainda que no período que analisaram (2010 a 2014) todos os anos tiveram casos de leishmaniose tegumentar e que a leishmaniose visceral só aparece 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. Realizaram uma descrição direta da situação apresentada nos gráficos. Como pode ser notado no texto demonstrado na Figura 2, não foi dado um título, apesar de terem recebido a orientação neste sentido.

Constatou-se que os alunos se surpreenderam por não terem verificado um número

muito alto de casos, mas enfatizaram que este número de caso é expressivo. Foi solicitado a eles que comparassem com os dados do Estado para confirmação de que é um número que merece atenção. Nesse sentido, em depoimentos os alunos mencionaram: “Aprendemos sobre os casos de leishmaniose que aconteceu na nossa cidade e até mesmo que aconteceu óbito” (A 17). Assim, foi constatado que por meio desta atividade os alunos compreenderam a situação da doença no município.

Visto que na pesquisa buscava-se também relacionar a Biologia com a Matemática, a partir dos dados obtidos por meio da conversa com os agentes do Setor de Zoonose Municipal, numa outra aula os grupos foram desafiados a elaborar problemas para serem resolvidos pelos demais colegas da turma, utilizando conceitos matemáticos. O grupo G3 solicitou o auxílio do professor pesquisador para organizar um problema e, pelo que discutiam compreendeu-se que resultaria no emprego da teoria dos conjuntos. Eles foram orientados para apresentarem situação em que um quantitativo representasse o todo e que no problema aparecesse dados que se somados ou subtraídos levariam à ideia de conjunto. O problema elaborado pelo G3 está representado no Quadro 1, por meio da transcrição idêntica do grupo.

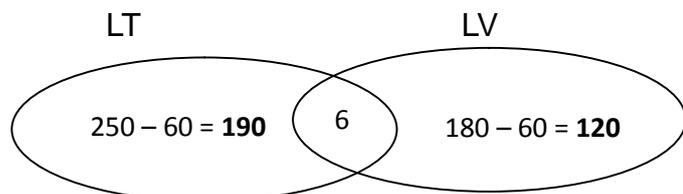
**Quadro 1:** Problema com teoria dos conjuntos, elaborado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G3.

Numa pesquisa sobre leishmaniose, no caso tegumentar e visceral, foram examinados 470 pessoas e o resultado foi o seguinte: 250 têm sintomas da leishmaniose tegumentar e 180 têm sintomas da leishmaniose visceral e, 60 têm sintoma 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:



60 é intersecção

$$190 + 60 + 120 = 370$$

$$470 - 370 = 100$$

**Fonte:** Banco de dados do professor pesquisador.

O grupo G1 foi bastante questionador para encontrar a solução deste problema relacionado com a teoria dos conjuntos. Uma aluna do referido grupo argumentou: “professor, parece que está sem sentido o problema” (A 22). Neste momento houve a interferência do professor comentando que pensassem em agrupamentos, na identificação dos componentes destes agrupamentos, se os agrupamentos compartilhavam componentes e se os componentes pertenciam ou não a cada agrupamento. A resolução foi encontrada fazendo o uso de dois diagramas e que representaram as pessoas que tinham sintomas da leishmaniose tegumentar e as que tinham sintomas de leishmaniose visceral. Destes 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 encontram o total das pessoas que não estavam com a doença. Já o grupo G1 elaborou problemas envolvendo regra de três composta, conforme apresentado no Quadro 2 a seguir, por meio da transcrição idêntica do grupo.

**Quadro 2:** Problema com regra de três, elaborado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G1(PROBLEMA 1).

No bairro Alvorada, numa campanha de vacinação de 200 cães, 4 agentes levaram 2 horas para vacinar 320 cães. Quantas horas levariam 2 agentes para vacinar os cães?
---

**Fonte:** Banco de dados do professor pesquisador

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. O Grupo G2, apesar de ter reconhecido que era um problema que envolvia regra de três, não conseguiu complementar a resolução. Também não conseguiu elaborar um problema. Os demais grupos trabalharam para encontrar uma solução para o problema do Grupo G1. O problema foi resolvido quando o aluno (A 17) do grupo G3 foi à lousa e todos participaram da resolução.

Analisando, o problema era relativamente fácil de ser entendido. Todos os grupos concluíram a resolução do problema elaborado pelo grupo G1 com exceção do Grupo G2, como ressaltou-se anteriormente, que apresentou resposta incorreta. Os alunos tinham em

mente a maneira de resolver o problema, mas não concluíram, mesmo eu fazendo mediação. O problema foi resolvido na correção da seguinte forma:

Cães	agentes	horas
200	4	2
320	2	x

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

Acredita-se que influenciados pelo grupo G1, os Grupos G4 e G5 também elaboraram problemas de regra de três. Não foi feita interferência no sentido de mudarem para outra situação matemática. Os problemas organizados pelos Grupos G4 e G5 estão destacados nas Figuras 3 e 4 respectivamente.

**Figura 3:** Problema com regra de três, elaborado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G4 (PROBLEMA 2).

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?

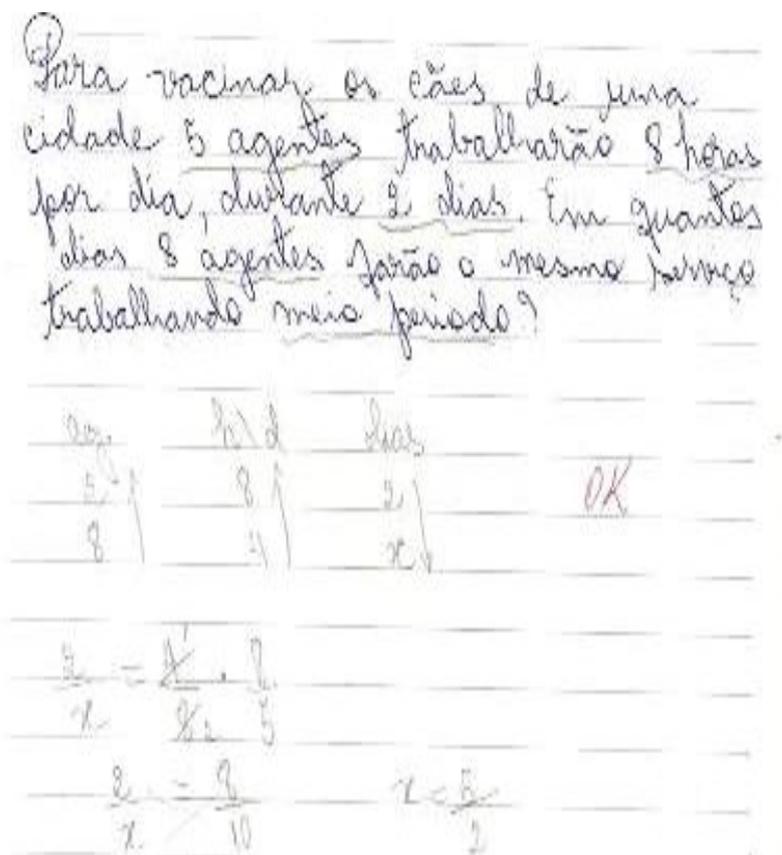
Agentes	horas/dia	cães imunizados
4	3	620
6	5	x

$$\frac{620 \cdot 5 \cdot 6}{4 \cdot 3 \cdot x} = 12x = 18600$$

$$x = 1550 \text{ cães}$$

**Fonte:** Banco de dados do professor pesquisador.

**Figura 4:** Problema com regra de três, elaborado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G5 (PROBLEMA 3).



**Fonte:** Banco de dados do professor pesquisador.

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

A dificuldade dos alunos estava relacionada com a questão da análise para definir se a regra de três do problema era direta ou inversa. Assim, foram apresentadas algumas dicas e os grupos G4 e G5 resolveram em parte os problemas.

Neste encontro, constatou-se que os alunos estavam envolvidos com a atividade e a interação entre eles foi marcante. Mencionaram em depoimentos: “Foi uma atividade boa. Nós aprendemos usar a matemática para estudar a leishmaniose que é assunto da biologia” (A20); “A atividade foi interessante e bem desenvolvida. Nunca pensei que na biologia usava matemática” (A19); “Aprendemos como associar biologia a matemática; muito interessante” (A22).

Os alunos estavam ativos e aprendendo problemas matemáticos como conteúdo de Biologia e que a Modelagem Matemática aparecia naquelas situações. 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”. O autor 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, salienta-se que nestas atividades que envolveram 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. 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).

Nas atividades desenvolvidas, a prática foi fundamentada numa abordagem de ensino inovadora, cuja relação professor-aluno não foi verticalizada, já que o professor não se posicionou como detentor do conhecimento e nem como transmissor de conteúdo. Acredita-se que quando o docente deixa de ocupar um lugar de mero transmissor de conhecimentos para ocupar o lugar de quem promove a construção do saber houve mudança na 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.

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

Ressalta-se que neste trabalho não surgiu nenhuma fórmula nova que possa ser dita 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”. E foi sem esta preocupação que ocorreu o desenvolvimento das atividades da pesquisa.

### **Considerações finais**

Como considerações finais muitos aspectos positivos constatados poderiam ser citados com a realização da intervenção pedagógica, mas sintetizaram-se as ideias que respondem ao objetivo de identificar e explorar relações entre Biologia e Matemática, existentes no tema leishmaniose a partir do desenvolvimento de atividades pedagógicas por meio da Modelagem Matemática. As ideias conclusivas aqui apresentadas foram formalizadas a partir dos resultados observados com as atividades: interesse e motivação dos alunos possibilitados pela conexão entre a Biologia/Matemática a partir do tema leishmaniose. Notou-se que a realização das atividades descritas proporcionou enriquecimento do conhecimento do professor e do conhecimento dos alunos. Acredita-se que foram atividades que estimularam os alunos, por envolverem questões cotidianas.

Pode-se então inferir que a utilização da Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem acerca da Leishmaniose no Ensino Médio possibilita o estabelecimento de uma relação relevante entre Biologia e Matemática. Que esta relação tem implicações importantes como: trabalhar com tema de importância para os alunos; relacionar o tema com o cotidiano do aluno; ter participação ativa dos alunos; fazer utilização de conhecimentos matemáticos; refletir a prática docente; motivar-se e motivar os alunos.

Acredita-se que 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.

Entende-se que os métodos de ensino são procedimentos e técnicas necessárias para assegurar que a transmissão e a recepção de informações possam auxiliar na construção do conhecimento. Dessa forma, pensa-se 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.

Por fim, destaca-se que o professor também deve estar munido de ferramentas teóricas que estabeleçam pontos de referência que permitam contemplar os objetivos propostos, fazer análises das teorias para que suas práticas estejam sempre fundamentadas e com possibilidade de melhoria.

## Referências

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

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

BRASILEIRO, Ada Magaly Matias. 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.

BIEMBENGUT, Maria Salett. 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.

BURAK, Dionísio. **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, Dionísio. **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, Dionísio. 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**. v. 1, n 1,p. 10-27, 2010.

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

DAL CORTIVO, Nélvio; BORGES, Muriclio Geraldo; SOUZA, Patrícia Kellen de; DAMIÃO, P. dos Reis. Modelamento Matemático Aplicado às Ciências Biológicas e à Farmacologia. **Ciências Farmaceuticas**, v. 1, n.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, n. 2, p. 15-19,1989.

GONÇALVES, Carlos A.; MEIRELLES, Anthero M. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

GIL, Antônio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo; Atlas, 2008.

MINAS GERAIS. Proposta Curricular. Biologia. Ensino Médio. **CBC-Currículo Básico Comum**. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. 2008.

MONTEIRO, Carlos Eduardo Ferreira. 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/emanped/paginas/conteudo\\_producoes/docs\\_22/carlos.pdf](http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_22/carlos.pdf)>. Acessado em: 28 set. 2015.

REVEMAT. Florianópolis (SC), v.11, n. 1, p. 192-193, 2016.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. 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.

PESSOA, Rodrigo Sávio. **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.

SÁ, Vanessa de. 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](http://www.unesp.br/aci_ses/revista_unespciencia/acervo/28/biomatematica)>. Acesso em: 01 maio de 2014.

SILVA JÚNIOR, Geraldo Bull da. 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.

SILVA JÚNIOR, Geraldo Bull da. 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.

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.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 290p.