

**MODELAGEM MATEMÁTICA E BIOLOGIA ASSOCIADAS PARA ESTUDO
DA LEISHMANIOSE NO ENSINO MÉDIO****MATHEMATICAL MODELING AND BIOLOGY ASSOCIATED FOR THE
STUDY OF LEISHMANIASIS IN THE HIGH SCHOOL**

Erisnaldo Francisco Reis¹
Marli Teresinha Quartieri²
Andreia A. Guimarães Strohschoen³

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. O objetivo é identificar e explorar relações entre Biologia e Matemática, existentes no tema leishmaniose a partir do desenvolvimento de atividades pedagógicas por meio da Modelagem Matemática. A pesquisa foi qualitativa e um estudo de caso que envolveu alunos do 2º ano do Ensino Médio. Os instrumentos para coleta de dados utilizados foram o diário de campo do professor, gravações de aula em vídeo, áudio e questionários aplicados aos alunos. Os dados foram analisados seguindo a abordagem textual discursiva de Moraes e Galiazzi (2006). 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

This article presents the data stemming from a research developed through of the pedagogical practice involving the use of mathematical modeling and theme leishmaniasis, a proposal to teaching and learning. The objective is to identify and explore the relationships between Biology and Mathematics, existing in the theme leishmaniasis from the development of pedagogical activities through Mathematical Modeling. The research was qualitative and a case study that involved students of the 2nd year of high

¹ Mestre em Ensino de Ciências Exatas – UNIVATES, Professor com atuação no Ensino Fundamental e Médio na Rede Estadual do Estado de Minas Gerais.

² 2 Doutora em Ecologia, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas e Mestrado em Ensino da UNIVATES.

³ Doutora em Educação, pela UNISINOS. Professora do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas e Mestrado em Ensino da UNIVATES.

school. The instruments used to collect data was the teacher's field diary, classroom video recordings, audio and questionnaires given to students. Data were analyzed according to the discursive and textual approach of Moraes and Galiuzzi (2006). The activities were conducted in groups, involving the issue of occurrence of Leishmaniasis in Rubim-MG, which was studied by Mathematical Modeling methodology 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.

Keywords: Mathematical Modeling, biology, leishmaniasis, high school, learning .

1. INTRODUÇÃO

A disciplina Biologia apresenta conteúdos que são relacionados a 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. Com isto o presente estudo partiu do seguinte questionamento: Quais as implicações do uso da Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem acerca da Leishmaniose no Ensino Médio?

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. REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 Modelagem matemática e Biologia – uma associação possível

Estudos trazem a modelagem como uma das maneiras de sintetizar informações, quantificar incertezas e gerar novos conhecimentos (SÁ, 2012). Segundo Dal Cortivo *et al.* (2003), 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. Nesse aspecto, 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.

Conforme o exposto pelo autor que infere que os conteúdos matemáticos podem ser articulados com outros conteúdos, põe-se em foco a Biologia. 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.

De acordo com a citação acima, 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. Para Fiori e Cecco (2012, p. 11), “a Matemática e a vida são intrínsecas”.

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 [...]”.

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), 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 estas etapas da Modelagem Matemática, Burak (1992) as descreve em número de 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.

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).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa envolveu alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual do Município de Rubim/MG, em agosto de 2015. 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 caracterizou-se como um estudo de caso, pois buscou conhecer e estudar uma situação específica.

Como a pesquisa desenvolveu-se por meio de uma intervenção pedagógica, as atividades envolveram uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual do município de Rubim-MG, com 29 alunos. Foram realizados 15 encontros, No primeiro

ocorreu a apresentação do projeto e solicitação da primeira atividade relacionada ao estudo da leishmaniose; No encontro 2, realizaram socialização de informações sobre a leishmaniose e realização de estudo dirigido; No encontro 3 foi para elaboração de questões e socialização das respostas; No encontro 4, trabalharam com a Leishmaniose em Minas Gerais e no Brasil; já no encontro 5 elaboraram roteiro de entrevista para pesquisa na comunidade; No encontro 6, ocorreu organização de quadros e gráficos a partir da entrevista com a comunidade; No encontro 7, realizaram a construção e análise de gráficos; Para o encontro 8 fizeram levantamento de informações da ocorrência da leishmaniose no município de Rubim – MG; No encontro 9, foi a organização dos dados sobre a evolução da leishmaniose em Rubim-MG; No encontro 10, trabalharam com cálculo de índices; No encontro 11, trabalharam com a elaboração de problema; Para o encontro 12, que é o foco deste artigo, o trabalho dos alunos foi com o cálculo da dosagem do remédio para leishmaniose; No encontro 13, elaboraram uma proposta de controle e prevenção da leishmaniose; No encontro 14, construíram *folder* utilizando recurso tecnológico e no Encontro 15, realizaram a socialização de trabalho realizado. Os encontros ocorreram na sala de aula e no laboratório de informática da escola.

Dentre os 15 encontros mencionados, que fizeram parte da dissertação de mestrado do 1º autor, neste artigo estão sendo apresentados os dados da análise de um destes encontros, o encontro de número 12. Nesse encontro, utilizou-se o subtema “cálculo da dosagem do remédio para leishmaniose”. 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.

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, seguiu-se à luz da Análise Textual Discursiva na perspectiva de Moraes e Galliazzi (2006) para os resultados que surgiram da exploração das atividades.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o encontro em relato, os grupos trouxeram informações sobre o cálculo da dosagem para tratamento da leishmaniose. Foi realizado com os alunos o trabalho com

cálculos e foquei o cálculo da dosagem do remédio para tratamento da leishmaniose. Esclareci que o remédio é feito baseado em uma determinação da Organização Mundial de Saúde – OMS: $\text{mg Sb}^{+5} / \text{kg} / \text{dia}$ 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 de 60 kg. 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 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 (QUADRO 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?

Quadro 1 - Problema para cálculo da dosagem de remédio para leishmaniose

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador (ano????, p.?)

Para o cálculo, os grupos seguiram as orientações que são determinadas pela OMS. Eles calcularam multiplicando os valores padrões de 10 e 15 que são relativos à dosagem pelo peso da pessoa para encontrarem a quantidade de $\text{mg/Sb}^{+5}/\text{dia}$ e o resultado dividiram pela concentração em ml que também é padrão, nesse caso. Assim conseguiram encontrar a quantidade de mg/ml que é referente à dosagem que pode ser usada na situação apresentada. 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. Argumentei que a matemática está presente em muitas situações do nosso dia a dia, mas que nem sempre as pessoas percebem isso. Busquei direcionar os alunos a pensarem na relação mg/ml dos remédios.

Expliquei que a regra de três é utilizada para calcular dosagens de medicação. 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. Foi trabalhada a concentração, porque concentração 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 esta conversão seguimos a orientação para calcular o volume de fármacos injetáveis extraída de uma página da UFRGS relacionada a aulas e ensino⁴. Esta conversão pode ser feita com a utilização de aplicativo. Existe aplicativo *online* que pode ser utilizado para facilitar o processo de estabelecimento da relação entre mg por ml, mas não foi utilizada. 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, a dosagem e ou à administração de medicamentos”.

Para o trabalho com a relação entre mg/ml questionei, quantos mg/ml existem em uma solução 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.

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. Isto levou os alunos a compreenderem a relação entre as unidades de medida mg/ml. Em relação a esta atividade destaco um exemplo do que foi relatado pelos alunos: “A atividade que foi desenvolvida nos ajudou no conhecimento da matemática”.

Os alunos afirmaram ter utilizado conhecimentos matemáticos que estão 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

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

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 tem importância relevante.

Voltando ao que foi expresso pelos alunos, outro depoimento que considerei de significado no questionário e que se referia à atividade do dia foi: “Aprendemos como associar Biologia e Matemática. Muito interessante”. Constatei que os alunos assimilaram bem a questão demonstrada no Quadro 1, de como é feito o cálculo de doses do remédio para tratar a doença e que a matemática está presente em diversas situações da vida das pessoas. 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 a refletirem o porquê de estudar matemática.

5. CONSIDERAÇÕES

Como o objetivo das atividades descritas era identificar e explorar relações entre Biologia e Matemática, existentes no tema leishmaniose a partir do desenvolvimento de atividades pedagógicas por meio da Modelagem Matemática, acredita-se que este objetivo tenha sido contemplado. Isto foi confirmado quando nos seus argumentos, apresentados no questionário relacionado ao desenvolvimento da aula e da aprendizagem, afirmaram ter aprendido como associar Biologia e Matemática.

A partir das atividades desenvolvidas ficou constatado que os alunos compreenderam como ocorre o cálculo para a dosagem do remédio para a leishmaniose e quais os aspectos que são levados em consideração para este cálculo. Também ficou constatado que compreenderam a importância do cálculo do volume de substâncias injetáveis. Compreenderam ainda, que os fundamentos da aritmética e da matemática estão presentes no cotidiano e podem auxiliar na prevenção de erros relacionados ao preparo, a dosagem e ou à administração de medicamentos.

Com atividades relatadas, os alunos foram levados a uma reflexão sobre o porquê estudar matemática. Quanto ao professor pesquisador, as atividades possibilitaram refletir

que a Modelagem Matemática, ainda que não originar fórmulas e grandes modelos é uma metodologia que possibilita refletir a prática, trabalhar com temas do interesse e do contexto dos alunos. O trabalho com modelagem relacionando Biologia e Matemática foi uma experiência que certamente permitiu melhoria nos aspectos profissionais do professor pesquisador.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**/Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998.
- 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 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.
- 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.
- DAL CORTIVO *et al.* Modelamento Matemático Aplicado às Ciências Biológicas e à Farmacologia. **Ciências 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.
- FIORI, Angelo Fernando; CECCO, Bruna Larissa. **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.
- 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.
- 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.
- 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>. 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.