

A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA PARA O ESTUDO DA LEISHMANIOSE

Erisnaldo Francisco Reis¹
Marli Teresinha Quartieri²
Andreia A. Guimarães Strohschoen³

RESUMO

Neste artigo, apresenta-se os resultados decorrentes de um conjunto de atividades desenvolvidas com alunos do Ensino Médio, relacionadas ao tema leishmaniose e a Modelagem Matemática. O objetivo é apontar a Modelagem Matemática como estratégia para o estudo da leishmaniose, com alunos do 2º ano do Ensino Médio. A pesquisa foi qualitativa que se caracterizou ainda, como um estudo de caso e foi desenvolvida em quinze encontros. A coleta de dados ocorreu como estudo observacional e foram utilizadas gravações em vídeo, áudio e aplicação de questionário aos alunos. Como fundamentação teórica, foram utilizadas as concepções de especialistas em Modelagem Matemática, além de autores que fazem a relação entre Matemática e Biologia. Os resultados indicam que o uso da Modelagem Matemática nos processos de ensino e aprendizagem acerca da Leishmaniose no Ensino Médio tem implicações importantes tais como: trabalhar com um tema de significado para os alunos; relacionar o conteúdo com o cotidiano; ser flexível para planejar atividades; ter participação ativa dos alunos; utilizar conhecimentos matemáticos, dentre outras.

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

ABSTRACT

THE MATHEMATICAL MODELING AS A STRATEGY FOR THE STUDY OF LEISHMANIASIS

In this article, present the results of a set of activities developed with the students of High School, related to the theme leishmaniasis and Mathematical Modeling. The objective is to point out the Mathematical Modeling as a strategy for the study of leishmaniasis, with students of the 2nd year of High School. The research was qualitative, characterized as a case study and was developed in 15 meetings. Data collection occurred as observational study and recordings were used in video, audio, questionnaire to students and the field diary. As a theoretical foundation, was utilized the views of specialists in Mathematical Modeling, and authors that make the relationship between Mathematics and Biology. The results indicate that the use of Mathematical Modeling in the teaching and learning processes about Leishmaniasis in High School has important implications, such as: to work with a theme of meaning for the students; relate contents to daily life; to be flexible to plan activities; have active student participation; use mathematical knowledge, among others.

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

¹ E-mail: erisnaldoreis1@gmail.com

² E-mail: mtquartieri@univates.br

³ E-mail: aaguim@univates.br

INTRODUÇÃO

Dentro dos processos de ensino e de aprendizagem da Educação Básica as disciplinas possibilitam o estabelecimento de relações entre si. Como exemplo disso, pode ser citado disciplinas como Biologia e Matemática. Em disciplinas escolares, como é o caso da Biologia há conteúdos que utilizam conceitos matemáticos. Assim, a Matemática torna-se base para interpretação de situações biológicas. Nesse contexto, acredita-se que a integração entre as diversas áreas do saber é importante para auxiliar na construção do conhecimento dos educandos. As atividades a que se refere este trabalho foram planejadas e desenvolvidas buscando-se responder à questão-chave: Quais as implicações do uso da Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem acerca da leishmaniose no Ensino Médio?

A leishmaniose é uma doença considerada como zoonose que pode acometer o homem, quando este entra em contato com o ciclo de transmissão do parasito, transformando-se em uma antroponose (BRASIL, 2003). Segundo o Ministério da Saúde, na atualidade, encontra-se entre as seis endemias consideradas prioritárias no mundo. Os parasitos causadores das leishmanioses são do gênero *Leishmania* sp. Estes são protozoários patogênicos para o ser humano e animais. Para Silva (2003), a leishmaniose é também considerada como um sério problema de saúde pública mundial e no ser humano apresenta-se de duas formas: a leishmaniose tegumentar americana (clássica úlcera de Bauru) e a visceral (Kalazar ou Calazar).

Partindo-se da ideia de que a leishmaniose é uma doença de preocupação mundial, a intervenção relatada neste texto aborda estudo dessa protozoonose. Buscando-se responder à questão proposta, o objetivo deste trabalho é apontar a Modelagem Matemática como estratégia para o estudo da leishmaniose, com alunos do 2º ano do Ensino Médio. Para tanto, a Modelagem Matemática foi utilizada como recurso metodológico passível de contribuir para aprendizagem dos alunos.

Biologia e Matemática em aproximação com Modelagem Matemática

Segundo Marandino (2009), existem argumentos de autores que dizem que procedimentos experimentais em Biologia são capazes de produzir dados representados e interpretados matematicamente e que garantem a objetividade e o caráter científico nas Ciências

Biológicas. Em 1910 que ocorreram os trabalhos pioneiros em genética de populações que erigiram, por exemplo, as bases para que a Evolução fosse modelada quantitativamente.

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”.

Sobre esta 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. Nesse sentido, Quartieri e Knijnik (2012) expõem que a capacidade de relacionar a Matemática com outras áreas permite que o conhecimento matemático se torne mais interessante, útil e estimulante.

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

Em sua tese, Burak (1992) expressa que a Modelagem Matemática é um “conjunto de procedimentos” que são utilizados para a busca de explicação matemática dos fenômenos presentes no cotidiano do ser humano. Segundo Burak (2004), existem diversas formas com as quais a Modelagem Matemática é trabalhada em sala de aula. O autor explica que essas formas diferentes de se conceber a Modelagem Matemática refletem as experiências vividas por aqueles que a seguem que, por sua vez determinam características e percepções diferentes na aplicação da Modelagem.

Para Burak (1992), dentro de uma proposta de Modelagem Matemática, “o professor tem o papel de mediador da relação ensino-aprendizagem”, ou seja, orientador do trabalho

(BURAK, 1992, p. 292). Mas o autor salienta também que “é preciso que o mesmo saiba que a modelagem segue alguns passos ou etapas”, e também 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. Nesta 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). Ainda explica que:

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, é de predizer com maior exatidão, pois relaciona mais variáveis significativas do problema (BURAK, 1992, p. 314).

Considerando-se o exposto, entende-se 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.

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 que “muitas vezes, nesse nível de ensino, um modelo simples que reproduza as características do fenômeno estudado, mesmo com uma matemática elementar é suficiente” [...] (BURAK, 2010, p. 23). Conforme este 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.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi qualitativa. Conforme 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”. A pesquisa foi realizada em 15 aulas de 50 minutos, numa escola de Ensino Médio no município de Rubim, que está inserido na Região Nordeste do Estado de Minas Gerais, no Vale do Jequitinhonha.

O trabalho pedagógico desenvolvido envolveu alunos do 2º ano do Ensino Médio. A turma era denominada 2º ano Itacaré, com 29 alunos, dos quais 14 eram do sexo feminino e 15 do sexo masculino, na faixa etária entre 16 e 19 anos. Primeiramente foi obtido junto à escola a Carta de Anuência para realização da pesquisa. Os alunos receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, para ser preenchido e assinado pelos pais e/ou responsáveis pelos menores.

Quanto à coleta de dados ocorreu como estudo observacional. Segundo Godoy (1995, p. 27) “quando observamos, estamos procurando apreender aparências, eventos e/ou comportamentos”. No caso desta pesquisa, a observação foi participante. Para Godoy (1995) 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. Na coleta de dados foram utilizados os seguintes instrumentos: a) Gravações em vídeo e áudio; b) Aplicação de questionário aos alunos; c) Diário de campo. Para a análise dos resultados que surgiram da exploração das atividades de Modelagem Matemática na turma, buscou-se identificar as percepções dos alunos acerca do tema, do problema e das soluções apresentadas por eles a partir da realização da intervenção pedagógica.

RESULTADOS

No que se refere às atividades desenvolvidas, durante a realização da pesquisa, vale ressaltar que as atividades do encontro de número 1 ao número quatro não são descritas com detalhamento, por entender que as demais atividades possibilitam compreensão da pesquisa de modo geral. As atividades desse encontro ocorreram da seguinte forma: No **encontro 1** houve apresentação do projeto e solicitação da primeira atividade relacionada ao estudo da leishmaniose; No **encontro 2**, a socialização de informações sobre a leishmaniose e realização de estudo dirigido; No **encontro 3**, elaboração de questões e socialização das respostas; No **encontro 4**, estudo da leishmaniose em Minas Gerais e no Brasil. Na sequência, os demais encontros são detalhados.

Encontro 5: Elaboração de roteiro de entrevista com a comunidade

Nesta aula, trabalhou-se com as informações relativas à pesquisa que os grupos fariam com a comunidade rubinense para obterem dados da ocorrência da leishmaniose. A entrevistaria seria com vinte pessoas de bairros diferentes, envolvendo agentes de cada Posto de Saúde da Família. Cada grupo trabalhou na elaboração do seu roteiro, mas, de forma geral, trocaram informações entre si e decidiram elaborar algumas questões específicas para o pessoal dos Postos de Saúde da Família e que algumas questões fossem iguais para todos. Também não foi especificado quantidade de questões para o roteiro. Os grupos finalizaram os roteiros e fizemos as cópias, pois a entrevista seria com vinte pessoas em cada grupo. Explicou-se que a pesquisa aconteceria de modo extraclasse. Acredita-se que uma atividade a ser desenvolvida fora da escola, motiva os alunos e os tornam autoconfiantes, porque os alunos podem se sentir mais autônomos.

Encontros 6 e 7: Organização de quadros e gráficos a partir da entrevista com a comunidade e construção e análise de gráficos

No início do encontro seis sugeriu-se que fossem construídos quadros de dados e assim o fizeram, manualmente. Discutiram e decidiram como construir os quadros. Os grupos organizaram estes, de diversas formas e idealizaram tipos de gráficos a serem construídos. Foi uma aula em que os grupos se mostraram interessados na atividade. No encontro sete, 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 solicitou-se que fossem gerados gráficos. A partir disso, os grupos foram encaminhados para o laboratório de informática para gerarem os gráficos utilizando os computadores. Cada grupo foi reorganizando os quadros utilizando a ferramenta de produtividade do *Linux* Educacional, o editor de planilhas, *LibreOffice Calc*. Na Figura 1 está apresentado um dos gráficos construídos pelos alunos.

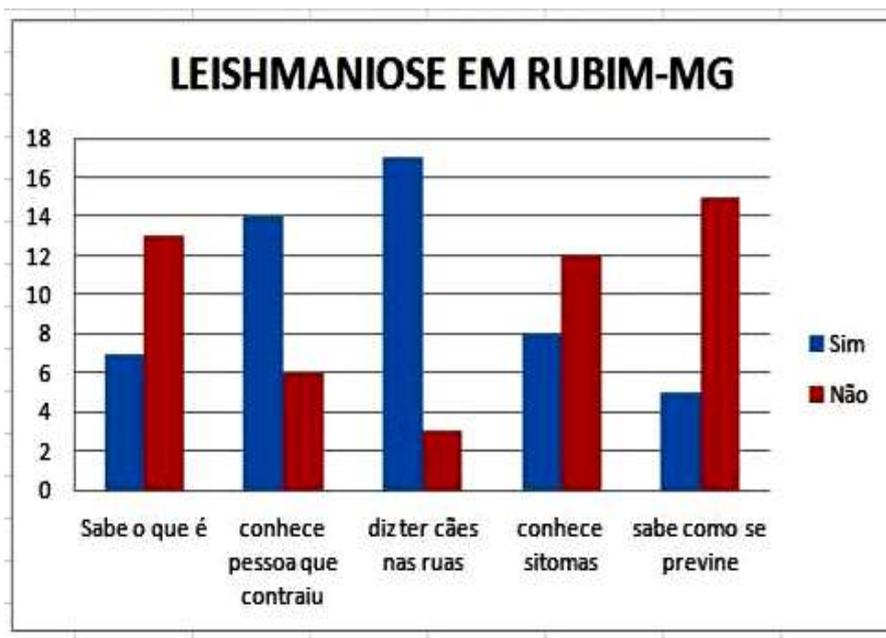


Figura 1- Gráfico que representa resultado da pesquisa de dados da leishmaniose com a comunidade de Rubim-MG.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, 2015.

Os alunos geraram um gráfico e utilizaram as questões do roteiro de pesquisa sintetizadas com os quantitativos de respostas sim e não. Após gerarem os gráficos, teceram uma discussão breve para analisar a coerência dos gráficos. Nesta discussão, os alunos argumentaram que poderiam ter sido gerados outros gráficos se os dados fossem organizados de outra forma e as perguntas outras. Explicou-se a eles que, por meio dos gráficos gerados, havia possibilidade de saber o que a comunidade conhece da leishmaniose. Os gráficos possibilitaram que os alunos tivessem uma visão acerca do que a comunidade conhecia da leishmaniose. O resultado foi que houve aprendizagem de aspectos da ocorrência da leishmaniose no município de Rubim-MG.

Nesta aula, analisando o envolvimento dos alunos na elaboração dos gráficos, observou-se que, talvez por estarem no laboratório de informática, os alunos demonstraram interesse e satisfação. Nesse sentido, eles argumentaram: “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 Segundo. Segundo Silva (2010, p. 81), “o computador é um instrumento que apresenta a

capacidade de dinamizar o processamento e gerenciamento da informação”.

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

Neste encontro, dois agentes do Setor de Zoonoses da Secretaria Municipal de Saúde de Rubim compareceram à turma, conforme combinação prévia. Informou-se aos alunos que seria a partir daquela conversa com os agentes que eles obteriam as informações necessárias para demonstrarem a evolução da leishmaniose em Rubim. Aquele momento foi considerado como sendo uma roda de conversa. Os agentes fizeram a exposição de aspectos importantes relativos à ocorrência da zoonose. Na conversa, os agentes possibilitaram informações suficientes para construção dos quadros e gráficos demonstrativos da evolução da doença. A conversa eles foi um momento importante para os alunos que, perceberam dinamismo e criaram expectativas para as atividades seguintes.

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

No nono encontro, sugeriu-se que os grupos organizassem os dados sobre a evolução da leishmaniose em Rubim-MG em quadros e gráficos. Os grupos organizaram os dados sobre os casos de leishmaniose do ano de 2010 a 2014, que obtiveram a partir da conversa com os agentes de saúde e que salientam a ocorrência da leishmaniose visceral e da leishmaniose tegumentar neste município. Para esta atividade todos os grupos conseguiram construir um gráfico, mas apesar de serem grupos diferentes, os gráficos permitem a mesma leitura. Na sequência, fizeram a interpretação dos gráficos relatando, em texto, o que perceberam. O texto foi recolhido e por meio dele constatou-se que visualizaram a expressividade da doença e que ainda ocorrem casos em Rubim.

Encontro 10: Cálculo de índices

No décimo encontro ocorreu a realização de cálculos. Os alunos utilizaram fórmulas presentes no Manual de Vigilância e Controle de Leishmaniose (BRASIL, 2014) que estavam de posse e os dados obtidos com os agentes. Organizou-se os alunos para que calculassem alguns índices e taxas relacionadas à ocorrência da leishmaniose visceral no município de Rubim-MG. Pensando em auxiliar os alunos nestas nesta atividade, apresentou-se algumas

situações para fazerem cálculos. Estes foram relacionados com os dados que obtiveram a partir da conversa com os agentes. Trabalharam utilizando o total de habitantes do município de Rubim-MG e com número de casos de leishmaniose. O trabalho envolveu porcentagem, a utilização da multiplicação, da divisão e direcionou para uma reflexão acerca da aplicação de conteúdos matemáticos. Também relataram por escrito a análise dos índices sobre a leishmaniose. Um exemplo dos textos produzido está na Figura 2.

Sobre os cálculos dos índices

Através dos cálculos que nós fizemos dos índices da leishmaniose vimos que pode ser como a doença está. É uma epidemia e se está controlada. Também pode saber qual o percentual de escheros 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 das últimas 5 anos em Rubim. Sobre os índices de prevalência e de incidência dá pra saber qual a prevalência dos casos. Foi bom fazer estes cálculos para estudar a leishmaniose.

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

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G1, 2015.

Notou-se que por meio das discussões no grupo as ideias sobre o que perceberam eram bem consistentes. Foi importante levar os alunos a dialogarem sobre o assunto quando estavam calculando.

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. Um grupo solicitou o auxílio do professor pesquisador para organizar um problema e pelo que discutiam observou-se que resultaria no emprego da teoria dos conjuntos. Os grupos 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. 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, como mostrado na Figura 3.

(11)

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 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 interseção

união	190	470
	60	-370
	+120	100
	370	

Figura 3 – Problema elaborado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G3, relacionado à teoria dos conjuntos

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador

Outro grupo elaborou problemas envolvendo regra de três do tipo composta, demonstrado na Figura 4. O problema idealizado pelo grupo foi repassado aos demais grupos para buscarem a resolução. Analisando-se, era um problema relativamente fácil de ser entendido.

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

Figura 4 – Problema 1 elaborado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, Grupo G1

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

O problema foi resolvido por um aluno com a participação dos demais colegas. O modo como foi resolvido o problema é demonstrado a seguir. A resolução apresentada estava 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 necessitava ocorrer a troca de posição entre o 4 e o 2.

Quando os alunos estavam apresentando o cálculo, uma aluna perguntou: “Como é feito o cálculo da dosagem do remédio para a leishmaniose?” (A 19). Assim, surgiu a ideia de como é feito o cálculo da dosagem do remédio para a leishmaniose. Informou-se que há um cálculo padrão que é utilizado pela medicina e que no encontro seguinte o trabalho focaria tal cálculo. Para o tratamento de adultos com leishmaniose o Setor de Saúde calcula a dose em mg Sb^{+5} /kg/dia. Solicitou-se, então, que os alunos buscassem de forma extraclasse informação que demonstrasse o cálculo.

Neste encontro, constatou-se que os alunos estavam envolvidos com a atividade e que ocorria interação entre eles. Como evidenciado aqui, eles elaboraram e resolveram as atividades de modo coletivo.

Outro ponto interessante foi o interesse pelo cálculo da dosagem do remédio para o tratamento da leishmaniose, mas compreendeu-se que os alunos estavam ativos e aprendendo problemas matemáticos com conteúdos relacionados à Biologia.

Encontro 12: Cálculo da dosagem do remédio para leishmaniose.

Neste encontro, os grupos trouxeram informações sobre o cálculo da dosagem para tratamento da leishmaniose. Continuou-se com os alunos o trabalho dos cálculos e focou-se no cálculo da dosagem do remédio para tratamento da leishmaniose. Os alunos foram esclarecidos que o remédio “é feito baseado em uma determinação da Organização Mundial de Saúde – OMS: $mg Sb^{+5} / kg / dia$ em que cada ml contém $81 mg$ 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. Explicou-se 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. Solicitou-se 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.

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

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

o cálculo c/15

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

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

Figura 5 – Cálculo da dosagem de remédio para leishmaniose, realizado por alunos do 2º ano do Ensino Médio, a partir das determinações da Organização Mundial de Saúde.

Fonte: Banco de dados do professor pesquisador, obtido do Grupo G3, 2015.

Nesta aula argumentou-se que a matemática está presente em muitas situações do nosso dia a dia, mas que nem sempre as pessoas percebem isso. Acrescentou-se que em situações assim, como é o caso da dosagem dos remédios é que os conteúdos matemáticos podem estar presentes. Explicou-se ainda, que a regra de três, por exemplo, é utilizada para calcular dosagens de medicação. Como no cálculo da dosagem dos remédios envolve medidas de concentração e de volume, buscou-se direcionar os alunos a pensarem na relação mg/ml dos remédios. Esclareceu-se que quando a regra de três é utilizada, deve-se organizar as grandezas mg e ml, fazer a multiplicação cruzada e depois a divisão (COREN/SP, 2011). Mas não foi trabalhado nenhum problema, porque buscou-se trabalhar com a ideia de concentração das soluções, porque concentração relaciona com o medicamento para leishmaniose. Explicou-se também, 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 seguiram a orientação do cálculo do volume de fármacos injetáveis extraída de uma página da Universidade Federal do Rio Grande do SUL relacionada a aulas e ensino⁴.

4 Cálculo de Volume. <http://www.ufrgs.br/blocodeensinofavet/ensino/aulas-e-cronograma/aula-anestesiologia-01-calculo-de-volumes/view>

Explicou-se aos alunos que o uso da matemática é importante para não haver erros na dosagem de remédios.

Os alunos fizeram a conversão da concentração de solução dada em percentual para mg/ml, multiplicando os valores em porcentagem por 10. Isto levou os alunos a compreenderem a relação entre as unidades de medida mg/ml. Eles afirmaram ter utilizado conhecimentos matemáticos que estão relacionados ao conteúdo de Biologia. Nesse sentido, destaca-se que também puderam verificar o estabelecimento da relação Biologia e Matemática nesta aula. Ficou constatado que ao falar-se da presença da matemática no dia a dia, os alunos foram levados a refletirem o porquê de estudar matemática.

Encontro 13: Proposta de controle e prevenção da leishmaniose

No décimo terceiro encontro, o objetivo era sensibilizar os alunos para a compreensão da importância de ações individuais e coletivas para prevenção e controle da leishmaniose no município de Rubim/MG. Assim, apresentou-se aos alunos a ideia da elaboração de uma proposta de controle e prevenção da leishmaniose. Passou-se a informação de que a proposta poderia ser em forma de *folder*. Os grupos discutiram para elaborar 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 de criar um *folder* pareceu ter agradado a eles, pois todos os grupos decidiram criar um *folder*, que chamaram de panfleto. Orientou-se para escreverem ideias explicativas e reflexivas. Solicitou-se que fizessem um rascunho, pois iriam utilizar o computador para finalizar o trabalho. Foram disponibilizadas folhas de papel em branco para irem esquematizando o panfleto.

Para a construção do *folder* os alunos selecionaram as informações relacionadas aos sintomas, 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*. Constatou-se 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 utilizaram das habilidades artísticas. A aula finalizou e foram informados de que no encontro seguinte fariam

a finalização do *folder* utilizando o computador.

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. Na proposta 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 demonstram 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 o trabalho, disponibilizou-se um computador com *Windows*[®] para fazerem o trabalho. Na escola existem outros computadores com *Windows*[®] e a Direção colocou à disposição para realizarem o trabalho.

Para o *folder* os alunos utilizaram técnicas visuais, além dos textos. Recorreram à sítios na internet para adquirirem imagens, colocaram um título e destacaram a ideia da prevenção e do controle. Os alunos demonstraram aptidão e concluíram a atividade. Nesta atividade, os alunos expressaram ideias sensibilizadoras e preocupação com a população rubinense., como demonstrado neste depoimento: “Aprendi fazer *folder*, uma forma de ajudar as pessoas a se defenderem da doença leishmaniose” (A23).

Foi uma atividade em que os alunos se mostraram motivados e críticos. Quando o aluno consegue fazer relação daquilo que estuda com o seu cotidiano o aprendizado pode ocorrer de modo mais concreto e se puderem estudar utilizando recurso tecnológico, as chances de sucesso podem ser maiores.

Os alunos consideram que a utilização dos computadores auxilia no desenvolvimento das atividades. Quando finalizou o encontro, foram incentivados a organizarem os trabalhos em painéis a serem expostos no encontro e socialização na escola.

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. Expuseram os trabalhos e distribuíram nas demais salas da escola os *folders* criados por eles, com as ideias sensibilizadoras para prevenção e controle da

leishmaniose. Foram lembrados que o objetivo da mostra, além de fazer a socialização do trabalho era incentivá-los a participarem de outras atividades nas quais podem ser protagonistas da aprendizagem. Reforçou-se que a mostra pretendia estimular não só os participantes da pesquisa, mas também os demais alunos da escola a aprenderem mais e com qualidade.

DISCUSSÃO

Todos os encontros da intervenção pedagógica foram realizados numa abordagem de ensino inovadora, cuja relação professor-aluno não foi verticalizada. O professor pesquisador, não se posicionou 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. Acredita-se que quando deixamos de ocupar um lugar de transmissor de conhecimentos para ocupar o lugar de quem promove a construção do saber, acreditamos de que já houve uma mudança na nossa compreensão do papel do ser professor.

Como todo o trabalho envolvia a metodologia da Modelagem Matemática, a participação dos alunos foi relevante, como evidenciado por algumas demonstrações neste texto. De acordo com Jacobini e Wodewotzki (2006) é importante que sejam desenvolvidos projetos de Modelagem Matemática na sala de aula que levem em conta a participação ativa do educando a partir do estudo de situações-problema do seu cotidiano, onde podem buscar aprofundar reflexões proporcionadas pelas investigações realizadas e pelas consequências desse para a sociedade e pelo envolvimento do estudante com a comunidade.

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. Destaca-se que na sociedade contemporânea há necessidade de os cidadãos saberem mais do que apontar números; saberem agir, diante das constatações. Neste 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. Neste aspecto é importante o trabalho com modelagem na escola. Por meio desta metodologia há possibilidade de buscar resolução para problemas em que se utiliza conhecimento de diferentes áreas, sem a necessidade de ferramentas matemáticas experimentais. Para Kluber 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 (KLUBER; BURAK, 2008, p. 25).

Como exposto pelos autores os problemas para serem estudados na escola nem sempre podem ser modelados matematicamente. Neste aspecto, faz-se a ressalva de que neste trabalho não surgiu nenhuma fórmula nova que possa ser dita como um modelo, mas com destaca Burak (2010, p. 23), “no âmbito da Educação Básica, o trabalho com os modelos matemáticos, na perspectiva de Modelagem assumida não constitui prioridade”. 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).

Como o objetivo geral da pesquisa foi apontar a Modelagem Matemática como estratégia para o estudo da leishmaniose, com alunos do 2º ano do Ensino Médio, os pontos considerados importantes no decorrer do processo e que serviram para a 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. Estas situações foram analisadas a partir das observações em sala de aula e registradas no diário de campo e no questionário que foi disponibilizado aos alunos.

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

Quanto ao envolvimento dos alunos, aponta-se que as atividades ocorreram com dinamismo e interatividade para que favorecesse o envolvimento deles. 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. Os alunos trabalharam juntos para aprender e foram responsáveis não somente pelo seu próprio aprendizado, mas também pelos seus colegas de grupo. Essa interatividade dos alunos ocorreu como encontrado em Soler (2008) que diz que quando há vontade de cooperar, os alunos confiam e se apóiam uns aos outros.

Foi notório que os alunos participaram individual e coletivamente. Analisando-se 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 foi ponto visível. De acordo com a análise realizada, pode-se inferir que não foi notado nenhum momento em que pudesse dizer que o envolvimento dos alunos foi deficitário.

O último ponto que se destaca é o aprendizado. Este ponto foi relevante e está diretamente relacionado com os outros pontos que foram utilizados para a análise da intervenção realizada. Por se tratar de atividades para que os alunos aprendessem conteúdo de Biologia fazendo relação com a Matemática, por meio da Modelagem Matemática, constatou-se que em alguns momentos, os alunos necessitaram de mais atenção ou de maior discussão ou até de ter que recorrer a conhecimentos prévios, principalmente da Matemática para que esta relação se estabelecesse. Um exemplo disso foi quando realizaram o cálculo da dosagem do remédio para leishmaniose. Em Sampaio e Silva (2012) está expresso que é importante fazer a intersecção dessas duas disciplinas desde o ensino básico para que além de saber onde usar os conceitos

matemáticos em Ciências Biológicas, os alunos saibam o porquê e tenham conhecimento crítico das aplicações Matemáticas.

Os alunos demonstraram aprendizagem quando apresentaram respostas corretas ou com aproximação daquilo que é considerado correto, quando demonstravam superação de erros, quando utilizaram de 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.

Além de gráficos, problemas de regra de três, de teoria dos conjuntos, cálculos de dosagem do remédio para leishmaniose, os alunos perceberam que a matemática se faz presente na vida. Como expressa Fiori e Cecco (2012), a matemática se torna imprescindível na nossa vida. Este estudo no qual a Modelagem possibilitou conhecer aspectos da leishmaniose e aplicabilidade da Matemática foi uma experiência educativa produtiva. 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.

No quantitativo de 98%, os alunos argumentaram terem aprendido aspectos da ocorrência da leishmaniose no seu município 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 isto. Acerca da utilização da metodologia de Modelagem Matemática 98% mencionaram ser interessante e que estudaram Matemática de uma forma que nunca tinham estudado.

Fazendo uma análise qualitativa das respostas e comparando com as gravações de áudios e vídeo relativos às atividades dos encontros realizados, pode-se afirmar que a metodologia Modelagem Matemática foi aprovada pelos alunos e os objetivos da pesquisa foram contemplados. Assim, considera-se que a Modelagem Matemática é uma alternativa importante

para o docente, pois leva a refletir sobre o nosso trabalho em sala de aula e possibilita ao aluno aprender de forma diferente da tradicional, de modo contextualizado, com tema de seu interesse.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na intervenção pedagógica desenvolvida, foi relevante o interesse dos alunos pelo tema leishmaniose, relacionado com o cotidiano deles. Salienta-se que foi importante trabalhar com Biologia apoiada na Matemática, utilizando a metodologia da Modelagem Matemática na perspectiva de Burak (1992).

As atividades tiveram o propósito de utilizar a Modelagem Matemática, contudo os conteúdos matemáticos que surgiram não proporcionaram a elaboração de um modelo propriamente dito, mas o processo de Modelagem Matemática ocorreu por meio das atividades realizadas e a relação Biologia/Matemática foi visível.

Destaca-se também que os alunos se mostraram motivados para aprender e sociáveis, como por exemplo, quando demonstraram interatividade, cooperação e espírito de coletividade em todas as fases da intervenção, além de relatarem terem gostado das atividades, que elas eram interessantes e que aprenderam. Assim, pode-se refletir que o professor pode adequar o seu trabalho sempre que possível para favorecer a aprendizagem dos alunos. Esta experiência proporcionou 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.

Constatou-se 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; aceitação do trabalho de grupo, com alunos colaborando entre si.

Salienta-se que uso da Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem acerca da Leishmaniose no Ensino Médio tem 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; usar inovação metodológica; motivar-se e motivar os alunos; trabalhar conteúdos matemáticos a partir das situações que emergirem do tema.

Frente ao exposto, enfatiza-se que o papel do professor no desenvolvimento de atividades realizadas utilizando a metodologia da Modelagem Matemática, pressupõe do docente uma postura diferenciada, em que coloca o aluno como agente ativo dos processos de ensino e de aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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

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).

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

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: experiências vividas. **ANALECTA** Guarapuava, Paraná v. 6 nº 2 p. 33-48 jul/dez. 2005. Disponível em:< <http://www.educadores.dia>

adia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Matematica/artigo_burak.pdf>. Acesso em 20 mar. 2015.

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/SP. **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.

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.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n.3, p, 20-29 Mai./Jun. 1995.

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=S0103-636X2012000300006&script=sci_arttext>. Acesso em: 28 ago. 2015.

KLÜBER, T. E.; BURAK, D. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. **Educ. Mat. Pesqui.**, São Paulo, v. 10, n. 1, pp. 17-34, 2008. Disponível em:<<http://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/viewFile/1642/1058>>. Acesso em: 26 abr. 2015.

MARANDINO, M. *et al.* **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MINAS GERAIS. **Recomendações para o Manejo Clínico da Leishmaniose Tegumentar e Visceral**. Secretaria Municipal de Saúde, Belo Horizonte, 2007.

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, M.T; KNIJNIK, G. Modelagem matemática na escola básica: surgimento e consolidação. **Caderno pedagógico**, Lajeado, v. 9, n. 1, p. 9-26, 2012.

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.

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 PPGECEM 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.

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.

SOLER, R. **Alfabetização cooperativa**. Rio de Janeiro: Sprint, 2008.

Recebido em 14 de janeiro de 2017.

Aprovado em 06 de fevereiro de 2017.