

**Tecnologia, inovação e sustentabilidade:  
50 anos de Cursos de Tecnologia no Brasil.**

**Uma abordagem interdisciplinar no ensino da física por meio  
da matemática e dos recursos tecnológicos**

Eric Pizzini Mendes Bernardo<sup>1</sup>, Kátia Regina Yabiku<sup>2</sup>

**Resumo** – Este artigo apresenta os resultados de uma abordagem interdisciplinar na educação básica. Tendo por base a “Feira de Ciências” que envolveu um estudo de caso acerca da resolução de problemas na área das ciências naturais, aplicando as modelagens matemáticas e utilizando ferramentas computacionais. Utilizando a abordagem *PBL (Problem-Based Learning)* e o *software* livre *GeoGebra* os alunos desenvolveram um projeto de aplicação dos conceitos matemáticos em um problema real, construindo competências específicas na área da Ciência e Tecnologia. Os resultados demonstram os aspectos positivos da interdisciplinaridade e do uso da tecnologia, na vivência prático-pedagógica do ambiente escolar.

**Palavras-chave:** interdisciplinaridade, aprendizagem baseada em problemas, inovação e tecnologia.

**Abstract** - This article shows the results of an interdisciplinary propose in basic education. Based on “Science Fair” which involved a case study about problem solving in the natural sciences, applying mathematical modeling and using computational tools. Using the Problem-Based Learning (PBL) approach and open source *GeoGebra*, students developed all the stages of a project applying mathematical concepts to a real problem, which led to the their cultural enrichment and, especially, specific skills relevant to the modern world such as science and technology. Therefore, the results demonstrate the positive aspects of interdisciplinarity and the use of technology, stimulating science learning in the practical-pedagogical experience of the school environment.

**Keywords:** interdisciplinarity, problem-based learning, innovation and technology.

---

<sup>1</sup> Colégio Uirapuru. E-mail: eric.bernardo@colegiourapuru.com.br

<sup>2</sup> Colégio Uirapuru. E-mail: katia.yabiku@colegiourapuru.com.br

## 1. Introdução

O ensino de física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos. Este formato de ensino exige do aluno apenas memorização, que ocorre de forma temporária por meio da repetição de problemas parecidos.

Neste artigo é apresentada uma experiência de aplicação de teorias matemáticas voltadas à resolução de problemas na área da física, utilizando recursos tecnológicos presentes no cotidiano dos alunos. A motivação partiu da prática pedagógica da “Feira de Ciências” no Colégio Uirapuru, onde os alunos foram desafiados a resolver problemas nas mais diferentes áreas das ciências naturais, utilizando os recursos da modelagem matemática e da tecnologia.

Por meio do desenvolvimento de projetos coletivos, os alunos entraram em contato diretamente com problemas que conectam a matemática escolar e a tecnologia de ponta a várias áreas das ciências. Além da motivação intrínseca em contemplar a enorme utilidade de tudo o que é aprendido no turno obrigatório e da liberdade em se propor soluções e melhorias a situações do mundo real, o aluno também adquire alguma familiaridade com o cotidiano do profissional de ciências exatas (Engenharias, Matemática Aplicada etc.) que trabalha diretamente em projetos que demandem modelagem matemática, o que sem dúvida contribui para uma melhor orientação em sua escolha profissional futura. Outro aspecto merecedor de destaque é que na interação entre a matemática e a física, juntamente com as tecnologias de informação e computação (TICs), os aprendizes vivenciam a ciência como algo concreto, e não mais um conhecimento apenas teórico sem utilização no seu cotidiano. Percebendo que a matemática e a física são ciências que procuram expressar quantitativamente padrões e relações de uma natureza complexa, e evidencia-se a imprescindibilidade da conceituação precisa e do bom raciocínio analítico para que o projeto se concretize.

Houve vários projetos de alto desempenho, mas em especial, nesse artigo, faremos referência ao projeto do aluno Vitor Garcia Ribeiro do 9º ano do Ensino Fundamental.

O projeto consiste na pesquisa, modelagem e construção de máquinas simples, elementos mecânicos capazes de converter um dado tipo de movimento em outro. No escopo da feira de cientistas, os alunos devem realizar a pesquisa bibliográfica básica do tema proposto, a modelagem matemática dos parâmetros envolvidos, e por fim, a montagem de um protótipo real para exposição. Seguindo essa lógica, o projeto dos alunos se apropriou do uso da modelagem matemática computacional, via software *GeoGebra*, para a modelagem de um sistema mecânico simples, sua parametrização e posterior construção de um protótipo para uso e validação da modelagem proposta.

## 2. Referencial Teórico

A Ciência possibilita o entendimento de diversos fenômenos do mundo que nos cerca e para tanto se utiliza de modelos representacionais para caracterizar e dar uma interpretação condizente, além de possibilitar algumas inferências.

Neste processo, a matemática desempenha um papel fundamental. Esta traduz o fenômeno físico numa linguagem simbólica oferecendo também uma gama de ferramentas lógicas que possibilitam sua análise. Essas representações matemáticas são, na verdade, modelos da realidade que construímos para interpretar, conhecer e agir sobre o fenômeno.

De acordo com Lozada et al (2006), os modelos matemáticos exercem um importante papel junto ao desenvolvimento da física, pois toda teoria física se expressa por meio de modelos matemáticos. No entanto, no ensino de física a relação entre o fenômeno físico e o modelo Matemático são apresentados de forma desarticulada (CAMPOS e ARAUJO, 2009), gerando assim uma dificuldade ou, até mesmo, uma impossibilidade de o aluno relacionar a teoria observada em sala com a realidade a sua volta, comprometendo-se, assim, a percepção do conteúdo pelo insucesso do processo, o qual compreende uma série de analogias e inferências necessárias à abstração das leis científica. Assim, se não é capaz de compreender a teoria, o aluno não reconhece o conhecimento científico em situações cotidianas (SERAFIM, 2001).

A modelagem matemática tem se mostrado eficiente para atender essas necessidades impostas pela sociedade atual, com visão ampliada para o futuro, proporcionando caminhos “que levam os alunos a despertar maior interesse (pela aula), ampliar o conhecimento e auxiliar na estruturação de sua maneira de pensar e agir” (BASSANEZI, 2002, p.17), além de ser uma estratégia de ensino capaz de redefinir o “papel do professor no momento em que perde o caráter de detentor e transmissor de saber para ser entendido como aquele que está na condução das atividades, numa posição de partícipe” (BARBOSA, 1999, p.73).

Na visão de Bassanezi (2002, p.17), tem-se que:

É necessário buscar estratégias alternativas de ensino-aprendizagem que facilitem sua compreensão e utilização. A Modelagem Matemática, em seus vários aspectos, é um processo que alia a teoria e prática, motiva usuário na procura de entendimento da realidade que o cerca e na busca de meios para agir sobre ela e transformá-la. Nesse sentido, é também um método científico que ajuda a preparar o indivíduo para assumir seu papel de cidadão.

Biembengut e Hein (2007) destacam que a Modelagem Matemática no ensino constitui um caminho para despertar o interesse dos alunos por tópicos específicos da disciplina ao mesmo tempo em que desenvolve a “arte de modelar”, aguçando o seu sentido criativo.

### **Modelagem Matemática no ensino de física**

Segundo Bassanezi (2002), a modelagem matemática pode ser entendida como a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos. Diversos autores, como Barbosa (2001), Bassanezi (2002), Borba, Meneghetti e Hermini (1997), Skovsmose (2000), apontam inúmeros argumentos para a utilização da modelagem matemática como estratégia para promover a interdisciplinaridade, oportunizar a construção de conceitos matemáticos e despertar a consciência crítica acerca da realidade.

A promoção de um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a participar (BARBOSA, 2004), privilegia uma das características mais importantes numa atividade de modelagem matemática no ensino, que é a participação efetiva do aluno no processo de ensino-aprendizagem, por meio de contribuições que direta ou indiretamente influenciam no encaminhamento da atividade, tornando-o corresponsável pelos resultados, uma vez que é oportunizada a construção de várias representações de um mesmo acontecimento na busca da compreensão do fenômeno.

### **O modelo utilizando o *software GeoGebra***

O GeoGebra, software de geometria dinâmica criado em 2001 por Markus Hohenwarter, se torna apropriado como ferramenta no ensino da matemática à medida que o aluno constrói instrumentos para as suas observações e estabelece relações matemáticas pertinentes aos assuntos previamente estudados em sala de aula. Produzindo uma dimensão que extrapola o plano de visão e imaginário proposto pela educação tradicional, quadro/giz e dos livros-textos, proporcionando a partir de seus recursos, a ideia de movimento correspondente à ação dos coeficientes das funções, deste modo o aluno pode observar o efeito gráfico e algébrico do objeto de estudo.

Contiero e Gravina (2011) apontam para a utilização do software GeoGebra associado à modelagem geométrica. Eles destacam:

“Com os recursos tecnológicos disponíveis, diferente poderia ser o processo de aprendizagem da matemática a se instalar nas escolas – tanto na provocação das habilidades cognitivas dos alunos, quanto na integração de conteúdos que normalmente são estudados separadamente e desta forma o contexto da aprendizagem também poderia se aproximar daquele de natureza interdisciplinar.”  
(CONTIERO E GRAVINA, 2011, p.3).

A inserção da tecnologia nos processos educativos possibilita, além da interação prazerosa entre alunos, o desafio, a criatividade e o refinamento da interpretação crítica de pensamentos divergentes. Nesse sentido, D’Ambrosio (1998), escreve:

“O jovem inserido em um ambiente, cada vez mais permeado com as novas tecnologias, encontra pela frente, nos diversos setores da sociedade, desafios e situações que exigem pensamento divergente e

criativo. O jovem sabe que aprende muito mais fora da escola. Sabe que há uma nova prática para a aquisição de conhecimento. A escola está descompassada. Se pretendermos uma educação abrangente, envolvida com o estado do mundo, abrindo perspectivas para um futuro melhor, temos que repensar nossa prática, nossos currículos. Os objetivos da educação são muito mais amplos que aqueles tradicionalmente apresentados no esquema disciplinar. Deve, necessariamente, situar a educação no contexto da globalização evidente do planeta (p.89)".

### 3. Método

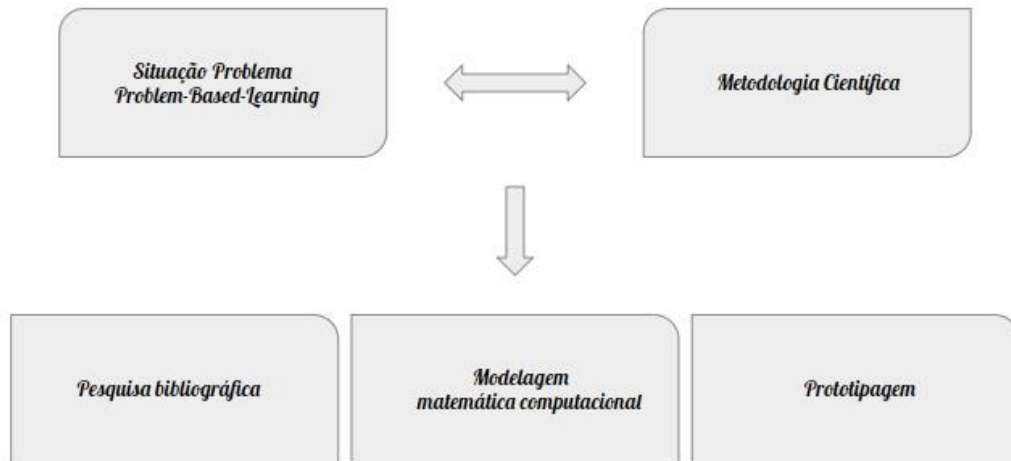
A metodologia empregada ao longo dos projetos de ciências no ensino fundamental, com mais ênfase na Feira de Cientistas, foi embasada na resolução de problemas sugerida por Polya (2006), que sugere quatro fases em seu método: compreender o problema; estabelecer um plano; executar o plano e realizar o retrospecto. Nessa perspectiva, temos o educando como um agente ativo na resolução de problemas, que vê nesse processo, um campo fértil para atuação.

“Uma grande descoberta resolve um grande problema, mas há sempre uma pitada de descoberta na resolução de qualquer problema. O problema pode ser modesto, mas se ele desafiar a curiosidade e puser em jogo as faculdades inventivas, quem o resolver por seus próprios meios, experimentará a tensão e gozará o triunfo da descoberta. Experiências tais, numa idade suscetível, poderão gerar o gosto pelo trabalho mental e deixar, por toda a vida, a sua marca na mente e no caráter (POLYA, 2006, p. V)”.

Dessa forma, a proposta da Feira de Cientistas é propiciar um ambiente de resolução de problemas, no qual o aluno deve utilizar a metodologia científica para o estudo de um determinado tema previamente selecionado, em consonância com a proposta pedagógica da série, e da base nacional comum curricular. O primeiro passo foi à escolha do tema fornecido com sua posterior revisão bibliográfica feita pelos alunos, que iria compor uma parte da nota final do projeto desenvolvido. Após essa análise, uma modelagem matemática dos parâmetros envolvidos para a construção de máquinas simples foi realizada com auxílio de ferramenta computacional, via software *GeoGebra*. A última etapa consistia na produção de um protótipo das máquinas simples modeladas computacionalmente, para validação dos modelos estudados e exposição na feira promovida no colégio.

A figura 1 expõe um organograma no qual são expostas de forma simples as bases teóricas do projeto.

Figura 1 - Descrição das bases metodológicas utilizadas no projeto: estudo de um tema científico com posterior modelação matemática e prototipagem.



## 4. Resultados e Discussão

O projeto analisado neste trabalho teve como enfoque o uso de máquinas simples para tarefas mecânicas. A parte inicial do projeto consistiu em uma revisão bibliográfica sobre máquinas simples, que resultou em uma pesquisa feita pelo aluno para apresentar os conceitos físicos básicos que regem tais mecanismos. Depois, com auxílio do software *GeoGebra*, foram realizadas duas modelagens matemáticas diferentes, para análise dinâmicas dos protótipos que seriam desenvolvidos, os quais serão detalhadas a seguir.

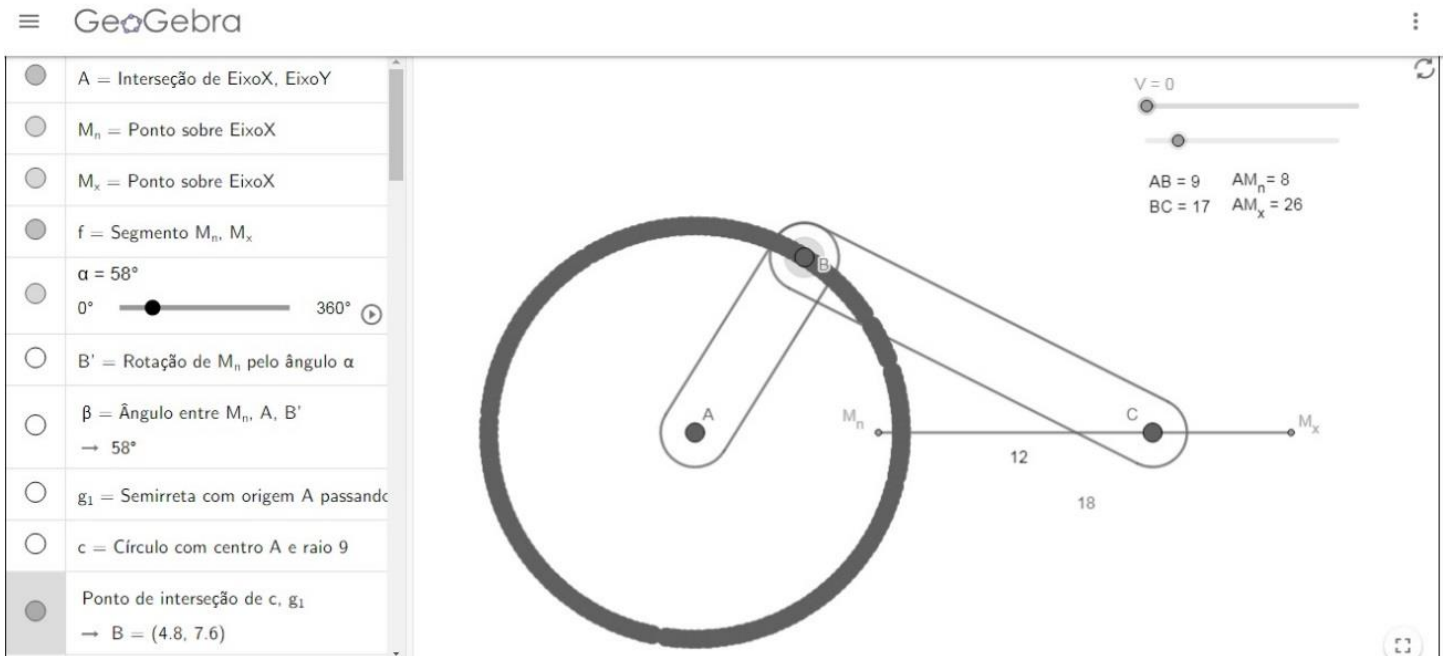
### 4.1 Mecanismo Biela-Manivela

Esse modelo propunha-se a analisar a transformação de um movimento unidimensional em um movimento bidimensional, através de um sistema simples de transmissão via polias e peças de madeira. Para se estimar as grandezas envolvidas e modelar o sistema, estudaram-se quais os elementos geométricos deveriam ser mensurados, e como as variações dos parâmetros de interesse alteram a dinâmica do sistema. A tabela 1 resume os principais elementos geométricos envolvidos na modelagem, o método de análise e os principais resultados obtidos para esse modelo. A figura 1 mostra a modelagem feita, com alguns de seus parâmetros estudados.

Tabela I - Primeira modelagem computacional: Biela-Manivela

<u>Máquina Modelada</u>	<u>Elementos geométricos analisados</u>	<u>Método de análise matemática</u>	<u>Resultados obtidos</u>
Mecanismo biela-manivela	-Pontos -Retas e segmentos de retas -Mediatrizes -Intersecções entre objetos geométricos -Ângulos -Polígonos -Distâncias -Círculos e circunferências -Arcos	-Parametrização do ângulo de rotação em função do tempo  -Parametrização da distância percorrida pela biela pelo tempo	Modelagem gráfica previu o vínculo entre o movimento bidimensional (circular) e o movimento unidimensional (harmônico simples).

Figura 1 - Modelagem proposta no software e alguns parâmetros.



## 4.2 Mecanismo Elipsógrafo de Arquimedes

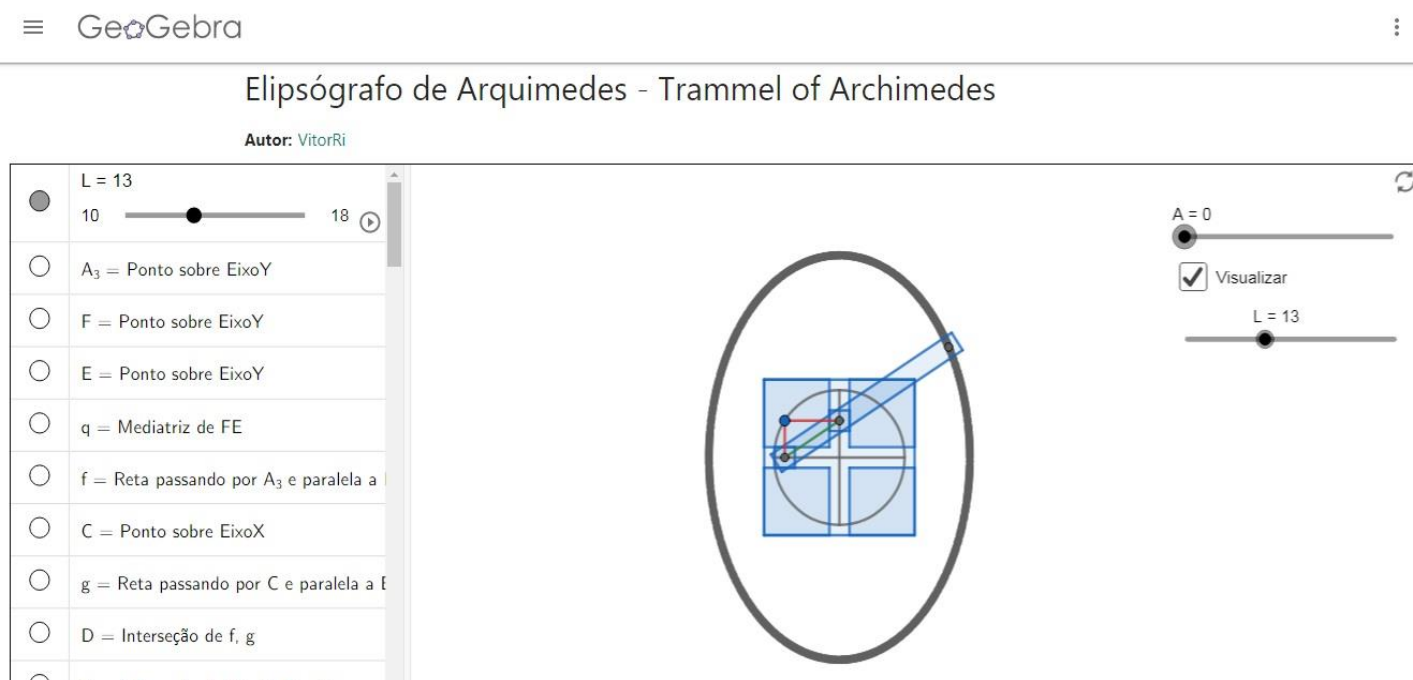
Esse modelo propunha-se a analisar a transformação de dois movimentos unidimensionais em um movimento bidimensional com propriedades elípticas. De forma análoga ao primeiro mecanismo, foram-se estudados quais parâmetros matemáticos seriam pertinentes para a dinâmica da máquina, e a modelagem computacional foi baseada nesses dados. A tabela 2 resume os principais elementos geométricos envolvidos na modelagem, o método de análise e os principais resultados obtidos para esse modelo. Adicionalmente, a figura 2 mostra a modelagem feita, com alguns de seus parâmetros estudados.

Tabela II - Segunda modelagem computacional: Elipsógrafo de Arquimedes

<u>Máquina Modelada</u>	<u>Elementos geométricos analisados</u>	<u>Método de análise matemática</u>	<u>Resultados obtidos</u>
Elipsógrafo de Arquimedes	-Pontos -Retas e segmentos de retas -Ângulos -Polígonos -Distâncias -Círculos e circunferências -Arcos -Cônicas	-Parametrização de movimentos unidimensionais em função do tempo.  -Parametrização da cônica (elipse)	Modelagem gráfica previu o vínculo entre os movimentos unidimensionais e o movimento com propriedades elípticas.



Figura 2 - Modelagem feita no software e alguns parâmetros.



A partir dos modelos construídos, o aluno pode se engajar com o problema exposto, encontrando na modelagem matemática feita os dados pertinentes para a construção de tais máquinas. O uso da ferramenta computacional foi de fundamental importância para o projeto, pois propiciou uma perspectiva diferente para o problema, fornecendo uma simulação do que seria desenvolvido e das diferentes dinâmicas presentes em cada máquina.

Abaixo seguem fontes das construções dos protótipos no Geogebra:  
<https://www.geogebra.org/m/c85fhh86> (Biela manivela)  
<https://www.geogebra.org/m/jgex9uqf> (Elipsógrafo)

## 5. Considerações finais

Ao longo dos últimos anos, o ensino de Ciências tem passado por inúmeras mudanças de paradigmas à medida que a sociedade vem incorporando a tecnologia das formas mais variadas. É natural que tais mudanças sejam absorvidas e deem um novo significado ao ensino de ciências e matemática, e que tanto educadores quanto educandos sejam membros ativos nessas mudanças. O estudo feito neste trabalho mostra como o uso da tecnologia pode servir como aliada na construção de conhecimentos localizados na interface entre as ciências naturais e a matemática, realizando uma ponte de diálogo entre essas áreas. A ferramenta tecnológica propiciou ao aluno uma visão única do processo científico, fornecendo dados para a resolução do problema exposto bem como prevendo comportamentos que serviram de base para os protótipos criados. Essas ferramentas corroboram para novas

estratégias pedagógicas e ressignificam as técnicas de ensino-aprendizagem, tornando o ensino mais plural e ativo.

## Referências

BARBOSA, J. C. A contextualização e a Modelagem na Educação Matemática do Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8, 2004, Recife. Anais... Recife: SBEM, 2004. 1 CD-ROM.

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. Bolema, Rio Claro, n.15, p. 5-23, 2001.

BASSANEZI, R. C. Ensino-aprendizagem com modelagem matemática. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. Modelagem matemática no ensino. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2007.

BORBA, M. C.; MENEGHETTI, R. C. G.; HERMINI, H. A. Modelagem, calculadora gráfica e interdisciplinaridade na sala de aula de um curso de ciências biológicas. Revista de Educação Matemática da SBEM-SP, São José do Rio Preto, n.3, p. 63-70, 1997.

CAMPOS, L. S.; ARAÚJO, M. S. T.; A modelagem matemática e a experimentação aplicadas ao ensino de física. 2009. Disponível em : <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/1753.pdf>. Acesso em: 20/08/2019.

CONTIERO, L. O.; GRAVINA, M. A. Modelagem com o GeoGebra: uma possibilidade para a educação interdisciplinar? Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 9, p. 01-10, 2011.

D'AMBROSIO, U. Etnomatemática: arte ou técnica de explicar ou conhecer. 4 ed. São Paulo: Ática, 1998.

LOZADA, C. O.; ARAÚJO, M. S. T.; MORRONE, W.; AMARAL, L. H.; A Modelagem Matemática Aplicada ao Ensino de Física no Ensino Médio. Revista LOGOS, Cruzeiro do Sul SP, n. 14, p. 2-12, 2006.

SKOVSMOSE, O. Cenários de investigação. Bolema – Boletim de Educação Matemática, Rio Claro, n. 14, p. 66-91, 2000.

POLYA, George. A arte de resolver problemas. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.