



**Universidade Federal de Ouro Preto  
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas  
Departamento de Educação Matemática**

---

## **Mestrado Profissional em Educação Matemática**

# **AS FORMAS GEOMÉTRICAS DE NOSSA CIDADE: UM PROJETO DE MODELAGEM MATEMÁTICA PARA O 2º ANO DO ENSINO MÉDIO**

**Autor: Prof. Me. Luciano David Pereira**

**Orientador: Prof. Dr. Frederico da Silva Reis**

**Ouro Preto**

**2017**

## **Ao Professor de Matemática do Ensino Médio**

Caro(a) Colega Professor(a) de Matemática,

Este material chega até você como uma sugestão de atividades para o ensino de Matemática utilizando atividades de Modelagem Matemática no 2º ano do Ensino Médio.

Ele é o resultado gerado a partir de nossa Dissertação do Mestrado Profissional em Educação Matemática do programa de pós-graduação da Universidade Federal de Ouro Preto, intitulada “Projetos de Modelagem Matemática no ensino para a aprendizagem de Geometria Espacial no 2º ano do Ensino Médio”, sob a orientação do Prof. Dr. Frederico da Silva Reis.

As atividades de Modelagem Matemática aqui apresentadas foram aplicadas a alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Minas Gerais.

Nosso intuito é oferecer a você, Professor de Matemática, um material estimulante, que apresenta a Modelagem Matemática de uma forma motivadora que pode levar seus alunos a uma participação crítica, autônoma e ativa na construção do conhecimento matemático.

Apresentamos sugestões de atividades a partir de temas geradores que foram sugeridos pelos próprios alunos participantes da pesquisa que gerou nossa dissertação, mas que são interessantes e acessíveis ao trabalho com a Modelagem Matemática também para os seus alunos, pois os temas compõem um projeto intitulado: “As formas geométricas de nossa cidade”.

Esperamos que esse material possa contribuir de forma investigativa para sua prática pedagógica, bem como gerar reflexões sobre as possibilidades da utilização de Projetos de Modelagem Matemática na sala de aula.

**Prof. Ms. Luciano David Pereira**

## SUMÁRIO

<b>1. Apresentando algumas perspectivas sobre a Modelagem Matemática .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. As cinco etapas sugeridas por Burak (1992) .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Apresentando os Projetos de Trabalho .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Apresentando os Projetos de Modelagem Matemática .....</b>	<b>12</b>
<b>4. Apresentando o Projeto de Modelagem Matemática “As formas geométricas de nossa cidade” .....</b>	<b>13</b>
<b>5. Algumas contribuições dos Projetos de Modelagem Matemática .....</b>	<b>22</b>
<b>Referências / Bibliografia Recomendada .....</b>	<b>25</b>
<b>Apêndices .....</b>	<b>30</b>

## **1. Apresentando a Modelagem Matemática**

Os educadores e pesquisadores brasileiros têm trabalhado incessantemente na busca de formas de transformar o fracasso do ensino de Matemática para romper com os dispositivos de controle do ETM – Ensino Tradicional de Matemática, como apresentado por Chaves (2004) anteriormente, bem como transformar a aprendizagem da Matemática pelos alunos, o que tem impulsionado ao longo dos anos as pesquisas na área da Educação Matemática. Muitos são os caminhos e tentativas, várias são as experiências feitas para se chegar a esse objetivo. Dentre esses caminhos possíveis, a Modelagem Matemática aparece fortemente e tem sido explorada das mais variadas formas, seja na resolução de problemas, na Álgebra, na Geometria, assumida como estratégia ou como metodologia de ensino, sob diferentes olhares e perspectivas.

Vários são os pesquisadores que trabalham com a Modelagem Matemática, voltada aos processos de ensino e de aprendizagem, nas mais variadas perspectivas possíveis, porém todos com o objetivo comum de fazer dela um caminho possível com o propósito de transformar o quadro do fracasso promovido e mantido pelo ETM, com vista a uma aprendizagem da Matemática mais significativa, comprometida com o aluno e com a transformação de sua realidade. As propostas de ensino com a Modelagem Matemática não são de agora, e no Brasil, seu início se deu no final de década de 1970 e início da década de 1980. Por ser um campo tão vasto – e que, ao longo dos anos, vem ampliando o número de adeptos que a utilizam, seja como área de pesquisa ou como procedimento de ensino, - se desenvolve cada vez mais e, como consequência dessa diversidade, não é possível defini-la sob um único olhar, ainda mais em um país de dimensões continentais e com realidades tão díspares como o nosso. Mesmo assim podemos agrupar suas várias vertentes em duas: 1) a construção de modelos matemáticos; e 2) método de ensino/aprendizagem de Matemática. Dessa forma, apresentamos a perspectiva de Modelagem Matemática defendida pelo professor e pesquisador Dionízio Burak.

A Modelagem Matemática é defendida ao longo de sua trajetória como metodologia alternativa para o ensino de Matemática nos ensinos Fundamental e Médio por Dionízio Burak que desde o seu trabalho de mestrado vem desenvolvendo pesquisas com esse foco. Essa perspectiva defendida por Burak está em contraposição ao chamado ensino tradicional, caracterizado por Chaves (2004) como ETM, uma vez

que coloca o aluno como centro do processo de ensino. Mais do que colocar o aluno ao centro, Chaves (2004), que toma a Modelagem como forma ativista de transformação da realidade a partir de um engajamento crítico, defende que:

Um aluno em contato com a realidade do seu ambiente desenvolve atitudes criativas em relação ao mesmo, cabendo aos professores desempenhar o papel de interlocutores de uma educação que incorpore uma análise da realidade socioambiental opondo-se àquela em que o aluno é levado a ignorar as consequências dos seus atos. (CHAVES, 2004, p.81-82)

Dessa forma, Chaves (2004) e Burak (conjunto da obra) convergem ao defenderem que, a participação do aluno com suas opiniões, escolhas e anseios é fundamental para sua responsabilização com o aprendizado que além de se sentir valorizado pelo professor estará fazendo algo que é de seu interesse e com isso, a possibilidade da aprendizagem ocorrer mais facilmente aumenta muito. Dessa forma, Burak (1992) entende que a Modelagem Matemática:

Constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões e, ainda parte de duas premissas: 1) o interesse do grupo de pessoas envolvidas; 2) os dados são coletados onde se dá o interesse do grupo de pessoas envolvidas. (BURAK, 1992, p.62)

Ao colocar essas duas premissas para o trabalho com a Modelagem Matemática, Burak sugere que essa atividade seja desenvolvida tendo como fio condutor cinco etapas distintas, assim definidas: 1) escolha do tema; 2) pesquisa exploratória; 3) levantamento dos problemas; 4) resolução do (s) problema (s) e o desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema; 5) análise crítica da (s) solução (es).

### **1.1. As cinco etapas sugeridas por Burak (1992)**

Para um melhor entendimento dessa perspectiva defendida por Burak, detalhamos a seguir essas etapas:

1) A **escolha do tema** é a etapa onde o professor incentiva e oferece condições para que os alunos possam escolher o tema sobre o qual farão a pesquisa. Esse tema deverá ser de

interesse do aluno e fazer parte do seu dia a dia. Pode ser dos mais variados possíveis, “uma vez que não necessitam ter nenhuma ligação imediata com a Matemática ou com conteúdos matemáticos e sim com o que os alunos queiram pesquisar” (KLÜBER; BURAK, 2008, p.21). Além do mais “pode ser enquadrado nas mais diversas atividades, como agrícolas, industriais, de prestação de serviços ou temas de interesses momentâneos, que estão na mídia: brincadeiras, esportes, política, dentre outros” (KLÜBER; BURAK, 2007, p.3). Já nesta fase “é fundamental que o professor assuma a postura de mediador, pois deverá dar o melhor encaminhamento para que a opção dos alunos seja respeitada” (KLÜBER; BURAK, 2006, p.4) e isso poderá ser um fator motivador da pesquisa.

2) A **pesquisa exploratória** será realizada após a escolha do tema. Nessa etapa, os alunos serão encaminhados a procurar materiais e dados teóricos suficientes para embasar a pesquisa. É necessário buscar o maior número de informações e noções prévias possíveis sobre aquilo que se quer desenvolver e pesquisar. “A pesquisa de campo é fundamental, pois o contato com o ambiente é um ponto importante do trabalho com a Modelagem e ajuda o aluno a desenvolver aspectos formativos, investigativos” (KLÜBER; BURAK, 2007, p.3). Quanto maior o número de dados colhidos, melhores serão os subsídios necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

3) Na etapa de **levantamento dos problemas**, os alunos são convidados a apresentar todos os materiais e dados teóricos colhidos na etapa anterior. A partir disso, “os alunos elaboram e esquematizam os problemas surgidos sobre o tema” (SOISTAK; BURAK, 2005b) e passam a “conjeturarem sobre tudo que pode ter relação com a Matemática, elaborando problemas simples ou complexos que permitam vislumbrar a possibilidade de aplicar ou aprender conteúdos matemáticos” (KLÜBER; BURAK, 2006, p.4). Concordamos que “essa fase da Modelagem é muito rica, pois desenvolve no aluno a capacidade de tomar decisões, de formular hipóteses, de questionar as várias possibilidades de resolução de um mesmo problema” (KLÜBER; BURAK, 2007, p.3). Tudo isso acontece com a presença do professor, “que não se isenta do processo, mas se torna o mediador das atividades” (KLÜBER; BURAK, 2008, p.21).

4) Na etapa de **resolução dos problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático** no contexto do tema, é hora de despertar nos alunos as condições necessárias para resolver os problemas levantados na etapa anterior, com o auxílio dos conteúdos

matemáticos. Concordamos que “no trabalho com a Modelagem faz-se um caminho inverso do usual, neste os conteúdos determinam os problemas e na Modelagem os problemas determinam os conteúdos a serem usados para resolver as questões oriundas na etapa anterior” (KLÜBER; BURAK, 2007, p.3). Observamos que, nessa etapa, os conteúdos matemáticos passam a ter significado e, mesmo não sendo a finalidade principal nessa concepção de modelagem, podem ocorrer os modelos matemáticos. Aqui há mais uma convergência entre Burak (1987, 1992) e Chaves (2004), que entende que os conteúdos em processos dessa natureza devem ser consequência e não causa e aponta que: “a defesa da manutenção e da obediência cega a um currículo, ou programa de conteúdos programáticos pré-estabelecidos, passa a configurar-se como instrumento doutrinário de controle. ” (CHAVES, 2004, p.66). E daí lembramos então que um conteúdo (ou conjunto deles) têm como objetivo explicar matematicamente situações do cotidiano das pessoas, ajudando-as a fazer previsões e tomar decisões (BURAK, 1987, 1992).

5) A etapa da **análise crítica da solução** é “marcada pela criticidade, não apenas em relação à Matemática, mas também em relação a outros aspectos, como viabilidade e coerência das resoluções apresentadas” (KLÜBER; BURAK, 2006, p.5). É uma etapa importante, pois é “nesse momento que se analisa e se verifica a relação e a validação da resolução encontrada para o problema” (SOISTAK; BURAK, 2005b, p.3). Essa etapa dá ao aluno condições de refletir sobre os resultados obtidos no processo e o que eles podem trazer de benéfico para a melhoria das decisões e ações. Ela, também, “contribui para a formação de cidadãos participativos, mais autônomos que auxiliem na transformação da comunidade em que participam” (KLÜBER; BURAK, 2007, p.4). Identificamos nessa etapa, uma convergência com o que defende Chaves (2004, p.81-82) em relação à proposta do professor – “enquanto interlocutor de uma educação que incorpore uma análise da realidade socioambiental opondo-se aquela em que o aluno e levado a ignorar as consequências dos seus atos” – de proporcionar ao aluno possibilidades que o coloquem em contato com sua realidade a partir de ambientes que possa desenvolver atitudes criativas em relação ao mesmo (ambiente).

## **2. Apresentando os Projetos de Trabalho**

No Brasil, a adoção de projetos na educação ocorreu com força durante o século XX influenciada por educadores e pesquisadores europeus como Willian Kilpatrick e seu trabalho denominado “*The Method Project*” publicado em 1918; John Dewey e seu “*Experience & Education*” de 1938 e, mais recentemente, Fernando Hernandez e Monserrat Ventura com o a publicação do livro “A Organização do Currículo por projetos de Trabalho – O Conhecimento do Caleidoscópio”, publicado na Espanha, em 1996. É um movimento que ficou adormecido por décadas e ressurgiu, em 1960, como uma das alternativas às aulas com o formato de seminário, segundo Hernandez e Ventura (1998).

O trabalho com projetos era visto como uma forma de aprendizagem por meio da investigação e considerados por sua relevância prática, por possibilitar a interdisciplinaridade e o desenvolvimento social. Entendemos que, além dessas considerações importantes citadas, o trabalho com projetos contempla a participação ativa do aluno tanto na elaboração das metas como no caminho para alcançá-las tirando-o da condição passiva, receptiva para a condição ativa com seus anseios, curiosidades e desejos sendo valorizados, satisfeitos e, por consequência, responsáveis pelo desenvolvimento do trabalho.

Segundo o dicionário Aurélio, a palavra projeto deriva do latim *projectus*, que significa algo lançado para frente, mas no ambiente escolar costuma ser associada a uma atividade futura e não-determinística. Convidam os alunos a desenvolverem trabalhos sem uma formatação final ou roteiros pré-estabelecidos de perguntas e respostas não dando chance da busca pelo novo, pelo desconhecido, eliminado assim a ideia de projeto que é de abertura para um universo de possibilidades de criação, imaginação, para o não-determinado, ou seja, da forma que se faz, impõe limites que são nocivos ao desenvolvimento da aprendizagem, da criatividade, da busca, da ampliação de horizontes. Nesse sentido, projeto pode ser definido tanto como aquilo que é proposto a realizar-se e também o que será feito para atingir tal meta ou objetivo, expressa algo que se deseja construir, ao mesmo tempo em que propõe a elaboração de um caminho que se vai percorrer para atingir essa construção que pode ser individual ou em grupo.

Por outro lado, em nossas escolas é muito comum o discurso sobre o desenvolvimento de projetos, seja sobre esse ou aquele tema. O esforço despendido pelos envolvidos na realização desses projetos em muitos casos é grande, mas que muitas vezes percebemos não haver uma conexão com a realidade daquela comunidade

escolar. Muitas vezes, um projeto é desenvolvido por imposição do sistema de ensino que sempre busca impor à escola o papel de resolver os mais variados problemas que a sociedade atual vive, outras vezes utiliza-se de um tema em evidência, ou até mesmo para abordar um problema pelo qual a escola está passando como é o caso da indisciplina.

Assim sendo, é comum ouvirmos falar dos mais variados tipos de projetos: interdisciplinar, transdisciplinar, pedagogia de projetos e outros termos sem a devida consciência do que realmente cada um seja. É possível se notar a ocorrência de visões distorcidas a esse respeito em muitas situações, uma confusão do que cada uma dessas denominações significa, o que por vezes prejudica as ações e conseqüentemente, os resultados que se pretende alcançar com eles mesmo que o empenho dos envolvidos seja grande.

Então, acreditamos que é necessário primeiro entender as diferenças entre essas designações para depois planejar o desenvolvimento de um projeto, afinal existem vários tipos de projeto. Entendemos que, nos momentos nos quais os professores devem se reunir para seus estudos e planejamentos seriam uma boa oportunidade para todos estudarem sobre esses temas e com isso entenderem o que cada um de fato significa, o que facilitaria muito naqueles momentos em que os projetos são propostos. Além disso, dotariam os professores de conhecimentos importantes que os ajudaria a propor ações que ajudariam no desenvolvimento dos mesmos.

Em nossa pesquisa com alunos do 2º ano de Ensino Médio, propusemos o desenvolvimento de Projetos de Modelagem com o objetivo de alcançar a aprendizagem de conteúdos de Geometria Espacial. Para isso, nos apoiamos em Hernandez e Ventura (1998) para os quais projeto é uma forma de organizar a atividade de ensino e aprendizagem ou os conhecimentos escolares e sua função é favorecer a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares em relação ao tratamento da informação e a relação entre os diferentes conteúdos em torno de problemas ou hipóteses objetivando facilitar aos alunos a transformação da informação obtida em conhecimento próprio.

Porém, Hernandez e Ventura (1998) destacam que para se trabalhar com projetos, os professores precisam ter vontade de mudar a maneira de fazer o seu trabalho, sem o qual será impossível se desligar do que lhe parece mais fácil em função de estar tudo esquematizado dentro de um currículo já pré-estabelecido, de um livro didático no qual os conteúdos seguem uma ordem pré-estabelecida e assumir o risco da

mudança que inicialmente gera insegurança nele e nos alunos, adotar uma postura de inovação frente ao que se está acostumado a fazer e com isso, buscar uma mudança em sua atitude profissional.

Esses autores defendem que o professor precisa ter consciência e discernimento do que é realmente trabalhar com projetos sob a pena de estar apenas dando esse nome a uma prática ou estratégia de ensino que muito se assemelha a projetos, mas de fato, não é. Exemplo disso é o que os autores chamam de “centros de interesse” que seguem também uma sequência em sua realização, porém não pode ser considerado um projeto de trabalho. Vejamos o porquê:

- a) vão além dos limites escolares;
- b) implicam a realização de atividades práticas;
- c) os temas selecionados são apropriados aos interesses e ao estado de desenvolvimento dos alunos;
- d) são realizadas visitas de campo;
- e) trabalha-se com estratégias de busca, ordenação e estudo de diferentes fontes de informação;
- f) as atividades são desenvolvidas individualmente ou em grupo.

O diferencial em relação aos “centros de interesse” está exatamente na sequência de passos que conferem a definição de um trabalho por projetos:

- a) parte-se de um tema ou problema negociado com os alunos;
- b) inicia-se um processo de pesquisa;
- c) busca-se e seleciona-se fontes de informação;
- d) estabelecem-se critérios de ordenação e de interpretação das fontes;

- e) recolhem-se novas dúvidas e perguntas;
- f) estabelecem-se relações com outros problemas;
- g) representa-se o processo de elaboração do conhecimento que foi conseguido;
- h) recapitula-se e avalia-se o que aprendeu;
- i) conecta-se com um novo tema ou problema.

Essa mudança e aquela já apresentada anteriormente por Chaves (2004) – do professor com interlocutor em um processo – outorga a professores e alunos uma redefinição de seu papel na sala de aula e no processo de ensino, porque o professor deixa de ser o centro do processo onde tudo está concentrado, o planejamento, as decisões, as responsabilidades e o aluno deixa de ser o receptor passivo dessas decisões do professor. Outro ponto importante é que os estudantes vivenciam um processo de pesquisa que tem sentido para eles uma vez que podem participar ativamente do processo de produção do próprio conhecimento que vai além do currículo básico oficial ao mesmo tempo em que não o diminui. Se sentem importantes, valorizados em suas opiniões e anseios, pois agora tudo é negociado, compartilhado, não há mais eu falo (professor) e vocês escutam (alunos), mas todos nós falamos, opinamos, negociamos, planejamos juntos, executamos e avaliamos.

### **3. Apresentando os Projetos de Modelagem Matemática**

No presente produto, buscaremos aplicar essas duas teorias de forma combinada, por entender que elas possibilitarão implementar Projetos de Modelagem Matemática na

Educação Básica, especificamente no 2º ano do Ensino Médio, *locus* deste trabalho. Acreditamos que os argumentos atribuídos à Modelagem Matemática e aos Projetos de Trabalho trazem bons indícios de que podem ser tendências importantes para um processo de ensino voltado para a aprendizagem. Concordamos com Rangel (2011), para quem muitos colocam dificuldades na utilização dessas e de muitas outras práticas, pela dificuldade de adequação à “lógica da escola”, com programas obsoletos e fechados, pela rotina do ensino tradicional e organização dos horários, pelos problemas com a administração do tempo para cumprir o programa curricular da disciplina e, também, pela dificuldade dos professores de fazer um trabalho interdisciplinar.

Consideramos então, que é preciso entender que, nesse sentido, a pesquisa se une a conceitos de outras áreas envolvendo alunos e que o professor tem a função de orientador, o que foge da lógica arraigada do professor como centro do processo e do aluno passivo, receptor de sua vontade, o que, em nossa opinião, não mais atende aos objetivos e necessidades de uma educação que tem como tarefa formar cidadãos críticos e capazes de conviver e sobressair num mundo globalizado e competitivo, exigente de formação cada vez mais ampla.

Assim, consideramos os Projetos de Modelagem Matemática como uma nova perspectiva para se ensinar e aprender.

#### **4. Apresentando o Projeto de Modelagem Matemática “As formas geométricas de nossa cidade”**

Descreveremos aqui de forma sucinta, os encontros nos quais podemos trabalhar o projeto. Entretanto, para uma descrição mais detalhada de uma experiência de realização do projeto com alunos do 2º ano do ensino Médio, recomendamos a leitura de nossa Dissertação de Mestrado (PEREIRA, 2017).

O **primeiro encontro** deverá ser usado para introduzir as primeiras noções do conceito de Modelagem, seja partir de uma conversa rápida, procurando saber se eles já ouviram falar sobre a Modelagem, como e quando isso aconteceu ou até mesmo saber o sentido que a palavra os traz. Diante das respostas dos alunos, o professor deve conduzir a discussão para o caminho que deseja, fazendo isso de forma clara e objetiva. Além de fomentar a discussão, o professor pode lançar mão, por exemplo, de um pequeno texto que terá o papel de facilitar a compreensão dos alunos a respeito do que é a Modelagem e como ela pode ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem. Faz-se uma leitura desse texto seguido de uma ampla discussão no qual todos podem e devem emitir suas opiniões e dúvidas, socializando suas impressões.

O **segundo encontro** é o momento de apresentar aos alunos o projeto. Inicialmente, pode ser feita uma leitura do projeto, na qual deve-se orientá-los do que se trata e de como poderá ser desenvolvida cada etapa. No nosso caso, sugerimos que o tema para o projeto seria “As Formas Geométricas de nossa Cidade”. Deve-se esclarecer que é muito importante a participação de todos no projeto, mas que essa participação só ocorrerá mediante livre e espontânea vontade de cada um deles.

Pode-se entregar a todos uma Carta Convite que deve ser lida em conjunto. Durante a leitura, busca-se sanar as dúvidas que forem surgindo. Informe a eles que a execução do projeto só poderá ser iniciada a partir do momento em que a Carta Convite for devolvida pelos interessados, devidamente assinada por eles e pelo pai, mãe ou responsável.

No **terceiro encontro**, receba de volta as cartas convite devidamente assinadas pelos participantes do projeto, pelos seus pais ou responsáveis. Após receber o aceite dos participantes da pesquisa, pode-se propor a eles a formação de grupos para facilitar a realização das atividades. O ideal é que eles tenham liberdade para formar os grupos de acordo com a afinidade e com o consentimento de todos os integrantes.

Esse momento pode ser aproveitado para apresentar algumas perspectivas e definições sobre Modelagem Matemática. Caso o projeto se oriente segundo a perspectiva de Burak (1987, 1992, 1998, 2004, 2006, 2010), as atividades deverão ser desenvolvidas tendo como parâmetros, cinco etapas distintas: 1) escolha do tema; 2) pesquisa exploratória; 3) levantamento do(s) problema(s); 4) resolução do(s) problema(s) e o desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema; 5) análise crítica da(s) solução(es). Salientamos que cada etapa deve ser esclarecida, quando conveniente.

Esse é o momento de iniciar a etapa da **escolha do tema** e, para dar um suporte e oferecer um maior número de informações aos participantes, Burak (2010a) nos relata:

A escolha de um tema para ser desenvolvido em Modelagem Matemática, na perspectiva assumida, parte do interesse do grupo ou dos grupos de estudantes envolvidos. Esses temas são inicialmente colocados pelos estudantes, segundo o interesse que manifestam, pela curiosidade ou mesmo para a resolução de uma situação-problema. Os temas inicialmente podem não ter nada de matemática (BURAK, 2010, p.19).

Como o tema que sugerimos para o projeto, “As Formas Geométricas de nossa Cidade” eram bem amplo, os participantes foram incentivados a escolherem locais para sua investigação, os quais chamamos de subtemas. A definição desses locais também foi feita com total liberdade dos participantes contando com proveitosas discussões, e daí, surgindo subtemas como: uma praça, uma rua, um monumento histórico e outros.

Com os locais escolhidos, é hora de orientar os participantes da pesquisa para a realização da segunda etapa: **a pesquisa exploratória**. Novamente nos apoiamos em Burak (2010) ao afirmar que:

A pesquisa exploratória é uma etapa que acontece de forma natural, pois uma vez escolhidos o tema, muitas vezes, depende do nível de ensino em que se esteja sendo trabalhados os temas são escolhidos por curiosidade, pelo desejo de se conhecer mais e melhor aquele assunto. [...] Conhecer mais sobre o tema, buscar informações no local onde se localiza o interesse do grupo de pessoas envolvidas, além de se constituir em uma das premissas para o trabalho nessa visão de Modelagem é uma etapa importante na formação de um estudante mais crítico. Entendemos, pois que para conhecer melhor algum objeto ou alguma coisa precisa se organizar, saber o que e como enunciar questões que produzam respostas às questões (BURAK, 2010, p.21).

Então, no **quarto encontro**, deve-se procurar esclarecer a todos os participantes sobre o que seria uma pesquisa exploratória nessa perspectiva e, em especial, como eles

poderão realizar a sua pesquisa. Por se tratar de locais fora da escola, pode-se sugerir visitas aos locais, utilizando de recursos diversos como fotografias, filmagens e entrevistas para conseguir o maior número possível de informações. Importante esclarecer quanto às questões legais para visita a certos locais, sendo necessário o envio de ofícios pedindo autorização para visitas, filmagens, fotos e entrevistas. Deve-se solicitar ainda, que eles busquem materiais e dados teóricos que possam fomentar a pesquisa, pois quanto maior é o número de dados coletados, mais condições se tem para subsidiar o seu desenvolvimento. É importante dar a oportunidade a todos para que possam fazer perguntas e com isso, resolver possíveis dúvidas.

Buscando ser um mediador, pode-se fazer algumas sugestões que possam orientar a pesquisa exploratória. Mas, deve-se deixar bem claro que pode-se utilizar outros recursos e outras fontes para a pesquisa. O que importava é que todos procurem saber ainda mais sobre o tema escolhido e que isso é uma importante e enriquecedora ferramenta para o prosseguimento das atividades. Então, pode-se sugerir que eles procurem:

- a planta ou projeto de construção do local;
- visitar um órgão responsável e entrevistar os proprietários ou funcionários;
- conversar com os pais;
- pesquisar na internet;
- observar questões relacionadas às formas geométricas dos locais, sejam formas planas ou formas espaciais.

Esclareça, ainda, que além dos assuntos sugeridos, os alunos podem usar sua criatividade e procurar enriquecer as pesquisas, trazendo o máximo de informação que conseguirem para assim, terem um maior embasamento para o prosseguimento das atividades do projeto. O resultado da pesquisa exploratória será conhecido no próximo encontro.

No **quinto encontro**, os participantes do projeto podem expor para seus colegas tudo aquilo que conseguiram levantar durante a pesquisa exploratória. Pode-se acordar que os membros de cada grupo devem fazer a apresentação e os demais podem fazer os questionamentos que julgarem necessário.

No **sexto encontro**, os grupos devem desenvolver uma atividade de problematização se utilizando das informações colhidas na **pesquisa exploratória**. É o

momento de fazer alguns esclarecimentos sobre a etapa de **levantamento do(s) problema(s)** que, segundo Burak (2010, p.21) é uma etapa, em que a ação e a qualidade dessa ação, por parte dos participantes, são notadas, podendo se constituir num diferencial educativo. Levando em consideração que é nessa etapa que se inicia a ação matemática propriamente dita, no papel de mediador, oriente os participantes a levantar e propor problemas advindos dos dados coletados, como forma de desenvolver sua capacidade de evidenciar e transformar situações do cotidiano em situações matemáticas. Nela, devem destacar as formas geométricas que mais lhes chamaram atenção, sendo uma atividade que valorize a ideia do trabalho em grupo, no qual deve sempre haver a participação efetiva de todos os seus membros em todas as atividades desenvolvidas. É também um momento no qual o professor poderá levá-los a relacionar o subtema escolhido com a sua aplicação no cotidiano, faça alguns questionamentos aos grupos. Pergunte se, a princípio, eles já haviam pensado ou percebido que a Geometria fosse tão presente na vida de todos e se esse trabalho de pesquisa exploratória mudou sua visão a respeito da aplicação da Matemática e, em especial, a Geometria no dia-a-dia. Solicite que eles expressem tudo o que perceberam em seu subtema. Procure ser incentivador, dando a eles estímulo e orientação.

O **sétimo encontro**, tem como objetivo a apresentação das questões / situações-problema coletadas pelos participantes sobre o subtema escolhido. Volte a esclarecer sobre a importância dessa etapa, mostrando que “essa fase da Modelagem é muito rica, pois desenvolve no participante a capacidade de tomar decisões, de formular hipóteses, de questionar as várias possibilidades de resolução de um mesmo problema” (KLÜBER e BURAK, 2007, p.3).

Como o projeto envolve locais da cidade, surgiram outros interesses como a história do local, datas importantes e as mudanças ocorridas com o tempo, visto que os referidos locais eram de grande importância para a cidade e que sofreram transformações e atualizações com o passar do tempo. Procure explorar e valorizar também essa situação pois, a Modelagem possibilita um aprendizado que vai além da Matemática. No contexto da Matemática, observamos que os participantes conseguiram perceber a Geometria Plana e Espacial, isso porquê apareceram cálculos de áreas de retângulos no caso das praças e também a área e volume de cilindros, prismas, pirâmides, troncos de pirâmide, cones e semiesferas, em função da arquitetura das construções e locais sob a responsabilidade dos grupos.

Outro ponto importante a destacar na apresentação é a de despertar a consciência de que “ninguém nega a importância da matemática na vida das pessoas, mas poucos conseguem relacionar o conteúdo aprendido na escola com questões encontradas no cotidiano” (SOISTAK e BURAK, 2004, p.1).

Algumas questões / situações-problemas, sendo algumas relacionadas com a Geometria Plana e Espacial e outras nem tanto, que podem aparecer são:

- Qual a área construída da escola?
- A cobertura da quadra é um semicilindro?
- Qual a quantidade de material necessária para fazer a cobertura da quadra da escola?
- Há quantos anos a escola foi fundada? Sempre funcionou no mesmo local?
- Porque as colunas do shopping têm uma parte na forma de prisma e outra na forma de cilindro?
- Qual o volume de cada coluna?
- Interessante a área de claridade do shopping. Poderia dizer que é a metade de esfera?
- Que tipo de material foi usado no telhado, visto que ele é transparente?
- O shopping tem um único dono, ou são vários proprietários?
- Quantas lojas o shopping tem?
- Os vãos de plantas no “Calçadão” tem que tipo de formato?
- Alguns vãos se parecem com uma pirâmide, como calcular o seu volume?
- O calçamento é feito com pedras coloridas e formando círculos. Como poderíamos calcular a quantidade de pedra usada no calçamento?
- Quando se proibiu a trânsito de veículos no “Calçadão”?
- Qual a diferença entre área total e área útil no caso da praça?
- A fonte da praça tem a forma de um cilindro, então, quantos litros de água são necessários para que ela se encha?
- Porquê a fonte encontra-se desativada?
- O local de hasteamento das bandeiras tem que formato? Se eles fossem prolongados seria uma pirâmide.
- Como calcular a quantidade de material gasto para construir o local de hasteamento das bandeiras?
- Que formas geométricas podemos perceber na Estação Ferroviária?

- Seria possível calcular o espaço (volume) que ela ocupa?
- Em que ano e porque a Estação Ferroviária foi construída naquele local?
- Há quanto tempo o trem deixou de transitar pelo município?
- Havia mais construções no entorno da Estação Ferroviária?
- Hoje em dia a Estação é usada para qual finalidade?
- A praça da Matriz é muito feia como está hoje? Como ela era antigamente?
- A área do jardim era retangular ou quadrada?
- Será que tinha fonte, como tem na praça da Prefeitura?
- Se tivesse, poderíamos descobrir o volume de água que a enchia.
- O Colégio de Viçosa é muito antigo. Quando ele foi construído?
- Poderíamos descobrir a área total e também a área construída.

No encerramento do encontro procure valorizar a participação de todos e, principalmente, a importância da Modelagem Matemática como metodologia de ensino, apoiando-nos em Soistak e Burak (2004) ao afirmarem que:

Dentre as metodologias alternativas de ensino à Matemática, destaca-se a Modelagem Matemática como uma metodologia capaz de aproximar a Matemática à realidade, pois ela relaciona os conteúdos matemáticos ao cotidiano do aluno de forma agradável, visto que parte de um tema de interesse do aluno ou de um grupo de alunos (SOISTAK e BURAK, 2004, p.2).

Se o professor observar dificuldades na realização dessa etapa, sugerimos uma atividade (Apêndice I), que pode ajudar os participantes na formulação das questões relativas ao seu tema ou subtema de estudo. Mais detalhes do desenvolvimento dessa etapa podem ser encontrados em Pereira (2017).

No **oitavo encontro**, inicia-se a etapa de **resolução dos problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema**.

Nesta etapa, é comum que os alunos ainda não tenham os conhecimentos matemáticos necessários para a resolução das situações problemas que propuseram. Por isso, tendo como objetivo dar mais suporte a eles, busque no relato de Burak (2010), quando afirma que:

A resolução do(s) problema(s) confere à Modelagem Matemática a etapa em que se faz uso de todo o ferramental disponível. Na resolução de um problema ou de uma situação-problema, os conteúdos matemáticos ganham importância e significado. As operações, as propriedades, e os diversos campos da matemática que se fazem presentes nessa etapa, sem dúvida, atribuem significados aos conteúdos matemáticos (BURAK, 2010, p.22).

O papel do professor como mediador é de suma importância nessa etapa, pois é hora de despertar nos participantes a motivação e as condições necessárias para resolverem os problemas levantados na etapa anterior como auxílio dos conteúdos matemáticos.

É preciso levar em consideração que são várias questões / situação-problema, então, procure auxiliá-los a organizá-las de forma que facilite sua resolução. Discuta algumas questões / situações-problemas apresentadas anteriormente pelos participantes sobre o tema ou subtema que estão abordando.

No decorrer desse trabalho, pode-se solicitar que os participantes utilizem os livros didáticos e/ou materiais complementares para obter subsídios que os auxiliem e lhes esclareça da melhor forma possível sobre eventuais dúvidas sobre o assunto.

Do **nono** ao **décimo quarto encontro**, dentro da etapa de resolução dos problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático referente ao tema ou subtema de cada grupo, procure auxiliá-los, conversando com os participantes sobre os possíveis conteúdos matemáticos que podem ajudá-los na compreensão e resolução das situações-problema. Algumas dessas intervenções se encontram em Pereira (2017).

Busque sempre, no decorrer dos encontros, conversar com os participantes comentando algumas situações-problema por eles levantadas, esclarecendo as dúvidas que surgirem. Para embasar os questionamentos, utilize a coleção de livros adotada pela escola e também outros materiais que subsidiem esse trabalho desenvolvido pelos participantes.

Além disso, em um trabalho com projetos, é importante que o professor estimule e valorize o tempo todo o trabalho em equipe, a solidariedade, a troca de informações com o objetivo de que todos possam construir o seu conhecimento a partir das dúvidas e questionamentos do outro.

Procure mostrá-los, através das questões / situações-problema por eles levantadas, a aplicação da Matemática, em particular, da Geometria Espacial para que possam enxergar a aproximação do que é estudado na sala de aula com o cotidiano.

Destaque, no trabalho que eles estão desenvolvendo, a importância dos locais que eles estão estudando na construção do conhecimento geométrico.

No **décimo quinto encontro**, inicia-se a última etapa da Modelagem Matemática, que consiste na **análise crítica das soluções**. Mais uma vez, Burak (2010) esclarece:

Esta etapa da Modelagem é um momento muito rico e especial para analisar e discutir a solução ou as soluções encontradas. É um momento em que se fazem as considerações e as análises das hipóteses consideradas na etapa de levantamento dos problemas. Possibilita tanto o aprofundamento de aspectos matemáticos como dos aspectos não matemáticos envolvidos no tema. Sob o aspecto da matemática pode-se analisar a coerência e a consistência lógica da solução ou das soluções encontradas (BURAK, 2010, p.24).

Esse é o momento de aproveitar para conversar com os participantes sobre as atividades desenvolvidas no projeto, é também o momento que os grupos devem socializar as soluções que encontraram em cada item e discutir se as soluções encontradas estão corretas ou não. Devem também discutir os procedimentos utilizados para alcançar as soluções e, com isso, demonstrar certa criticidade sobre o assunto. De forma geral, pode-se observar se os participantes ficaram satisfeitos com os resultados obtidos, e, mesmo que surjam dúvidas na resolução ou não consigam resolver todas as proposições.

O **décimo sexto encontro** é o momento de continuar a análise crítica das soluções, observando sempre os parâmetros e guias norteadores da proposta apresentada por Burak (2010). Como os participantes já se encontram mais familiarizados com as possibilidades apresentadas por essa etapa da Modelagem, certamente as discussões serão bem mais produtivas. Nota-se também que os grupos estarão mais descontraídos e, com isso, passarão a expressar melhor aquilo que conseguiram resolver e os procedimentos utilizados nas resoluções.

O **décimo sétimo, décimo oitavo e décimo nono encontros** devem ser usados para preparar a apresentação do projeto, conforme Pereira (2017), um trabalho dessa natureza pode ser apresentado para toda a comunidade escolar. Logo, esses encontros devem ser utilizados para que os grupos possam preparar maquetes e murais, que servirão de suporte para que os grupos mostrem para a comunidade como desenvolveram o projeto, as experiências que vivenciaram, o que aprenderam no âmbito da Matemática, em particular, da Geometria Espacial, assim como fora da Matemática.

Procure orientar e estimular a participação de todo o grupo nessa etapa, pois todos os membros devem estar bem preparados para conseguirem expor da melhor forma possível tudo que vivenciaram e aprenderam. Importante destacar, que no decorrer do desenvolvimento do projeto, os grupos deverão escrever o que está acontecendo, formando assim um relatório que servirá como um instrumento de avaliação. Esse relatório, também pode ser utilizado como fonte de informações na preparação da apresentação final do projeto para a comunidade.

Acreditamos que a apresentação de um projeto como esse para toda a comunidade escolar pode contribuir para despertar o interesse em alunos e professores, ao mostrar que um projeto bem elaborado e desenvolvido pode ser fonte de construção de conhecimento, e também uma forma prazerosa e motivadora de aproximar o que é estudado na escola com o dia-a-dia dos alunos.

O **vigésimo e último encontro** é o momento de avaliar a participação de todos nas atividades do projeto. Pode-se utilizar um Questionário (Apêndice II).

## 5. Algumas contribuições dos Projetos de Modelagem Matemática

“A Modelagem Matemática oferece ao professor a oportunidade de ensinar de forma dinâmica e propõe ao aluno aprender Matemática de maneira contextualizada, proporcionando o desenvolvimento das condições necessárias para resolver problemas em sala de aula e em situações do seu cotidiano.”

Alzenir Soistak & Dionísio Burak

A partir de nossa experiência docente no Ensino Médio e de nossa experiência como pesquisador em Educação Matemática, enumeramos algumas contribuições dos Projetos de Modelagem Matemática no ensino para a aprendizagem de Geometria Espacial no 2º ano do Ensino Médio:

**- A contribuição para o contato direto e ativo do aluno com seu ambiente de estudo e para o trabalho com situações problemas:** Esse tipo de trabalho, no qual o aluno tem contato direto com o ambiente de estudo, formula e trabalha as próprias questões / situações problemas é uma das contribuições das atividades de Modelagem Matemática para a aprendizagem e, dessa forma, também pode contribuir para o desenvolvimento da motivação necessária no aluno, para desempenhar seu papel de estudante crítico e consciente da relação da Matemática com essas questões / situações-problemas do mundo real.

**- A contribuição para o surgimento de uma nova dinâmica da sala de aula a partir de experiências interativas:** Descobrimos que a Modelagem Matemática propicia uma nova dinâmica para desenvolver, de forma satisfatória, a Matemática em sala de aula, propondo experiências interativas que levam o aluno a perceber a necessidade de aprender, dando a ele uma visão prática, bem como sua utilização na vida em sociedade e, com isso, despertando nesse aluno um maior interesse e, conseqüentemente, uma maior motivação que o estimula e faz com que ele construa os conteúdos mais facilmente, porque o faz associar o aprendizado com o seu cotidiano.

**- A contribuição para a formação integral do aluno e para o desenvolvimento da curiosidade e do interesse pela investigação:** Acreditamos que promover um trabalho

na linha de Modelagem Matemática contribui para que o aluno tenha uma maior motivação de estudar Matemática, ao desenvolver nele a curiosidade, o interesse, o desejo de investigação, colaborando, por meio do ensino da Matemática, para a sua formação integral. Observamos que o envolvimento do aluno nos projetos de Modelagem Matemática ajuda a manifestar nele, sua alegria e satisfação em participar de um trabalho diferente do que está acostumado, sentindo-se bem mais motivado para o cumprimento das atividades propostas.

**- A contribuição para uma interação diferenciada dos alunos com os conteúdos de Matemática e para sua aprendizagem:** A utilização da Modelagem Matemática transforma a sala de aula num ambiente mais dinâmico e propício para que os alunos possam interagir fortemente com os conteúdos da disciplina, afastando-se do estado de passividade que caracteriza o grupo e buscando um caminho que lhes proporciona um melhor aproveitamento e aprendizagem, causando reflexos na turma como um todo. Em nossa pesquisa, ficou comprovado que a sala de aula, e também o ambiente externo ao qual os participantes da pesquisa foram expostos, revelaram-se ambientes propícios para a aprendizagem, possibilitando observações que contribuíram para um real interesse em aprender os conteúdos e relacioná-los com a vida real.

**- A contribuição para a quebra de barreiras na sala de aula e para a superação de dificuldades na aprendizagem:** A utilização da Modelagem Matemática dará a oportunidade de fazer os alunos relacionarem os conteúdos ensinados em sala de aula com a Matemática encontrada no dia-a-dia. Além disso, entendemos que o trabalho estruturado na forma de projetos ajuda na interação, interlocução e desenvolvimento do companheirismo, facilitando a aprendizagem pela troca de visões entre os próprios alunos.

**- A contribuição para uma mudança no processo de ensino que pode gerar mais segurança e autonomia nos alunos:** Acreditamos que a Modelagem Matemática pode ser uma ferramenta para que os alunos modifiquem a sua maneira de ver e encarar o processo de ensino para a aprendizagem da Matemática, com maior autonomia e aguçando sua criatividade para solucionar os possíveis problemas encontrados. Entretanto, o professor, no papel de orientador do aluno, deve proporcionar as

condições necessárias para formar nos alunos o hábito de pensar, desenvolvendo seu raciocínio, fazendo com que eles adquiram mais segurança e cheguem à redescoberta e, dessa maneira, intensificando o papel formativo da Matemática.

**- A contribuição para o desenvolvimento da criticidade e de competências importantes para a vida dos alunos:** Observamos que muitas colocações feitas pelos alunos no decorrer das atividades comprovam que as atividades de Modelagem relacionando a Matemática a questões / situações-problema da vida real contribuem para que os alunos desenvolvam seu espírito crítico, e ainda, por expressarem suas opiniões a respeito das dificuldades, suas maneiras de pensar e solucionar as situações/dificuldades são explicitadas e valorizadas.

Concluimos que, se queremos estudantes cada vez mais motivados, participando de forma satisfatória da construção do conhecimento, deveremos utilizar a Modelagem Matemática como metodologia de ensino, ainda citando Burak (2010b, p. 36), nossa fonte de inspiração teórica e exemplar, para quem as atividades de Modelagem Matemática “satisfazem as necessidades de um ensino de Matemática mais dinâmico, revestido de significado nas ações desenvolvidas, tornando o estudante mais atento, crítico e independente”.

Por fim, no tocante às dificuldades na aprendizagem, Abdanur, Barbieri e Burak (2005, p.5) afirmam que é papel do professor de Matemática lançar mão de todos os recursos necessários para despertar o interesse, facilitando a compreensão do aluno, que são fatores importantíssimos para a aprendizagem.

## Referências / Bibliografia Recomendada

ALMEIDA, L. M. W. de; SILVA, K. A. P. da; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática na Educação Básica. São Paulo: Contexto, 2012. \_\_. Sobre a categorização dos signos na Semiótica Peirceana em atividades de Modelagem Matemática. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (En línea), v.6, p.8-17, 2011.

ANDRADE, P. F. **Aprender por Projetos, Formar Educadores**. In: VALENTE, J. A. (Org.) Formação de educadores para o uso da informática na escola. Campinas: UNICAMP/NIED, p. 58-83, 2003.

BALDINO, Roberto Ribeiro. A ideologia da melhora do ensino da matemática. In: **IV Encontro Nacional de Educação Matemática**, Painel A Matemática como prática cultural e a Educação Matemática. Sessão de trabalho A Matemática como Instrumento de Poder. **SBEM**, Blumenau, 1992. Publicado em: 30/abr./1995.

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores**. 2001. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2001a.

BARBOSA, J. C. **Modelagem na Educação Matemática: Contribuições para o Debate Teórico**. In: Reunião Anual da ANPED, 24, 2001, Caxambu. Anais... Rio de Janeiro: ANPED, 2001b.

BASSANEZI, R. C. **Ensino - aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2006.

BIEMBENGUT, M. S. **30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais**. Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis. v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009. Disponível em: <<http://alexandria.ppgect.ufsc.br/files/2012/03/mariasalett.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2005.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Qualitative Research for Education: an introduction for theory and methods**. Boston: Allyn and Bacon, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. 565p.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Fundamental**. Brasília, 1999.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, MEC, 1998.

BURAK, D. **Modelagem matemática: uma alternativa para o ensino de matemática na 5ª série**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1987.

BURAK, D. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino aprendizagem**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

BURAK, D. **Modelagem Matemática: experiências vividas**. In: Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática, IV, Feira de Santana, 2005. Feira de Santana: UEFS, 2005.

BURAK, D. **Modelagem Matemática e a sala de aula, 2010**. Acesso em: 01/11/2014.

<http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/regina/materiais/modelagem.pdf>

BURAK, D. ; KLÜBER, T. E. . **Atividades de Modelagem no Ensino Fundamental**. In: **III Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática - III EPMEM**, 2008, Guarapuava, PR. Perspectivas da Modelagem Matemática no Ensino. Guarapuava, PR: UNICENTRO, 2008. v. 1. p. 638-655.

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

CHAVES, Rodolfo; VITÓRIA, Weverton Augusto da; NOVAIS, Ivonilton Pereira de. **Possíveis diálogos entre Etnomatemática e Modelo dos Campos Semânticos (MCS)**. In: Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica, V. 05, N. 02, p. 242-274, Outubro, 2015.

CHAVES, Rodolfo. **Por que anarquizar o ensino de Matemática intervindo em questões socioambientais?** 223p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

D'AMBROSIO, B. S.; D'AMBROSIO, U. **Formação de professores de matemática: Professor - pesquisador**. Atos de Pesquisa em Educação – PPGE/ME FURB, v. 1, n. 1, p. 5-85, jan./abr, 2006.

FIDELIS. R., ALMEIDA. L. M. W. ; **Modelagem Matemática em sala de aula: Contribuições para competência de refletir-na-ação**. Ano 2004. Acesso em 01/11/2014. <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Modelagem-Matem%C3%A1tica-Em-Sala-De-Aula/184969.html>

GERAIS, Minas. **Currículo Básico Comum–CBC–Matemática**. Belo Horizonte: SEE-MG, 2007

GIOVANNI JR, José Ruy; CASTRUCCI, Benedicto. **A Conquista da Matemática – 8ª Série/ 9º Ano**. São Paulo-SP; FTD, 2009. 368p.

HEIL, A. **O Uso de situações Problema em Matemática: Um Estudo Sobre Sólidos Geométricos no Ensino Médio**. 2012, 99 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2012.

HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. **A Organização do Currículo por Projetos de Trabalho**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

KLUBER, T. E. ; BURAK, D. . **Modelagem Matemática: pontos que justificam a sua utilização no ensino**. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática - IX ENEM, 2007, Minas Gerais. Educação Matemática: Diálogos entre a pesquisa e a prática Educativa, 2007. p. 1-15.

KLÜBER, T. E.; BURAK, D. **Concepções de Modelagem Matemática: Contribuições Teóricas**. Educação Matemática Pesquisa, v. 10, p. 17/1-34, 2008.

LORENZATO, S.; VILA, M.C. **Século XXI: Qual Matemática é recomendável?** Revista Zetetiké, Campinas, ano 1, n. 1, p. 46–48. 1993.

PEREIRA, L. D. **Projetos de Modelagem Matemática no ensino para a aprendizagem de Geometria Espacial no 2º ano do Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2017.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2013.

MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. **Educação matemática online: a elaboração de projetos de modelagem**. 2008, 197 f. Tese de Doutorado. (Instituto de Geociências e Ciências Exatas). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro: [s.n.], 2008

MOURA, D. G.; BARBOSA, E. F. **Trabalhando com projetos: planejamento e gestão de projetos educacionais**. Rio de Janeiro: Vozes, 2007.

OLIVEIRA, M. C. **Ressignificando os Conceitos de Geometria Plana a partir do Estudo de Sólidos Geométricos**. 2012, 279 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

PARAÍZO, R. F. **Ensino de Geometria Espacial com Utilização de Vídeos e Manipulação de Materiais Concretos - Um Estudo no Ensino Médio**. 2012. 196 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

PAVANELLO, Regina Maria. **O abandono do ensino da Geometria: uma visão histórica**. São Paulo, v. 196, 1989.

PEREIRA, L. D. **Projetos de Modelagem Matemática no ensino para a aprendizagem de Geometria Espacial no 2º ano do Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2017.

PIMENTA, J. **A organização de currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Aula de 16-05-2012. <http://slideplayer.com.br/>. Disponível em: < <http://slideplayer.com.br/slide/1694856/>>. Acessado em: 12/072016.

RANGEL, Walter Sérvulo Araújo. **Projetos de modelagem matemática e sistemas lineares [manuscrito]**: contribuições para a formação de professores de matemática / Walter Sérvulo Araújo Rangel. 2011, 139 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

REINHEIMER, J. R. **O Uso da Modelagem Matemática no Ensino da Geometria, Estudo de Caso: EJA**. 2011, 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas). Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2011.

REIS, F.S.; CAMARGOS, C.B.R.; GARCIA, M.M.; MACHADO, C.M.; SANTOS, C.A.M. **Descobrimos a Modelagem Matemática: de professores em formação inicial a professores em formação continuada**. In: Conferência Nacional de Modelagem e Educação Matemática, IV, Feira de Santana, 2005. Anais... Feira de Santana: UEFS, p. 1-5, 2005.

REIS, F. S. **A Modelagem Matemática na Educação Matemática: algumas considerações e perspectivas**. In: Encontro Regional de Educação Matemática, I, Ipatinga, 2008. Anais... Belo Horizonte: SBEM, p. 1-6, 2008.

RIPARDO, R. B.; OLIVEIRA, M. S.; SILVA, F. H. **Modelagem Matemática e Pedagogia de Projetos: aspectos comuns**. In: Alexandria, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 2, n. 2, p. 87-116, 2009.

ROSA, M.; REIS, F. S.; OREY, D. C. **A Modelagem Matemática Crítica nos Cursos de Formação de Professores de Matemática**. Acta Scientiae, v. 14, n. 2, p. 159-184, 2012.

SILVA, B. A. T. **Um estudo Sobre Geometria Espacial: Conhecimentos e Dificuldades Expressos por Alunos do Ensino Médio**. 2010, 161 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2010.

SOISTAK, A. V. F.; BURAK, D. **Matemática e futebol: uma experiência de ensino aprendizagem.** In: III Congresso Internacional de Ensino da Matemática, 2005, Canoas. Anais do III Congresso Internacional de Ensino da Matemática, 2005.

SOUSA, M. E. A. **A Modelagem Matemática no Ensino Fundamental: Um Estudo dos Conceitos Mobilizados por Professores em uma Atividade de Geometria.** 2014, 235 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

VERONEZ, M. R. D. **Modelagem Matemática como alternativa pedagógica na Educação Básica.** In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, X, Guarapuava, 2009. Guarapuava: UNICENTRO, 2009.

ZAKAUSKAS, N. S. T. **Modelação Matemática no Ensino Fundamental: motivação dos estudantes em aprender Geometria.** 2012, 189 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

# APÊNDICES

## APÊNDICE I

### Atividade de Levantamento de Problemas

#### Atividade de Levantamento de Problemas

**Grupo:**

- 1) Liste, em discussão no grupo, as formas geométricas planas e espaciais que aparecem nos locais de seu subtema.
- 2) Defina em discussão no grupo as formas geométricas, planas e espaciais, vocês querem investigar.
- 3) Defina o que o grupo quer saber (sobre estas formas) em forma de problemas.
- 4) Defina o que o grupo quer saber sobre o subtema (história, curiosidades, etc.) na forma de problemas.

## APÊNDICE II

### Questionário de Avaliação dos Projetos

#### Questionário de Avaliação dos Projetos

Nome: \_\_\_\_\_

**1) Você já havia participado de um projeto de ensino como este, relacionando a Matemática a problemas do mundo real?**

( ) sim\*

( ) não

**\* Em caso afirmativo, utilize o verso para comentar sobre tudo o que aconteceu no desenvolvimento do projeto.**

**2) Antes de participar deste projeto, você acreditava que a Matemática poderia ser relacionada a problemas do mundo real?**

( ) nunca

( ) raramente

( ) quase sempre

( ) sempre

**3) Após participar deste projeto, você acredita que a Matemática pode ser relacionada a problemas do mundo real?**

( ) nunca

( ) raramente

( ) quase sempre

( ) sempre

**4) Como você avalia a sua motivação e participação no desenvolvimento do projeto?**

( ) Não estava muito motivado(a) desde o início e por isso, não participei ativamente de todas as etapas do projeto.

( ) Apesar de inicialmente não estar muito motivado(a), fui me motivando à medida em que participava ativamente das etapas do projeto.

( ) Estava motivado(a) desde o início, mas aos poucos fui perdendo a motivação e não participei ativamente de todas as etapas do projeto.

( ) Como estava motivado(a) desde o início, permaneci motivado e participei ativamente de todas as etapas do projeto.

**5) Você considera que a sua participação neste projeto contribuiu para sua aprendizagem dos conteúdos de Geometria Espacial? De que forma? Em que aspectos do conteúdo?**

---

---

---

**6) Ao longo do desenvolvimento do projeto, você encontrou alguma (s) dificuldade (s) na realização de alguma (s) etapa (s)? Descreva!**

---

---

---

**7) Você gostaria de fazer alguma sugestão de mudanças na elaboração do projeto ou na forma de realização de alguma (s) atividade (s)? Descreva!**

---

---

---

**8) Você gostaria de ter estudado algum outro conteúdo do Ensino Médio participando de Projetos de Modelagem Matemática? Descreva!**

---

---

---