

## PRÁTICAS DE MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: UMA POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA

*Márcia Jussara Hepp Rehfeldt*  
Centro Universitário UNIVATES  
*mrehfeld@univates.br*

*Rosilene Inês König*  
Centro Universitário UNVATES  
*rosilene@universo.univates.br*

*Italo Gabriel Neide*  
Centro Universitário UNIVATES  
*italo.neide@univates.br*

### **Resumo:**

Esta comunicação tem por objetivo apresentar os resultados parciais obtidos na pesquisa Tendências no Ensino, em desenvolvimento na Univates, localizada no RS. Um dos objetivos da referida pesquisa é elaborar, desenvolver e analisar diferentes formas de explorar atividades de modelagem matemática com o intuito de tornar as aulas de matemática mais atrativas e dinâmicas. Os aportes teóricos estão alicerçados em autores que discutem diferentes perspectivas da modelagem matemática. Metodologicamente trata-se de uma pesquisa qualitativa. As práticas pedagógicas foram planejadas conjuntamente e desenvolvidas em duas escolas da região do Vale do Taquari. Os resultados apontam que foi possível observar a emergência de alguns modelos matemáticos, sendo estes representados por meio de desenhos, imagens e leis matemáticas. Os alunos mostraram-se motivados, conseguiram visualizar a aplicabilidade da matemática e desenvolveram hábitos de pesquisa e de investigação. As práticas também evidenciaram que as aulas tornaram-se mais dinâmicas e os fizeram “pensar mais”.

**Palavras-chave:** Tendências no Ensino. Modelagem Matemática. Ensino Médio.

### **1. Introdução**

A pesquisa Tendências no Ensino, em desenvolvimento no Centro Universitário UNIVATES, tem como objetivo geral fomentar e explorar diferentes metodologias que possam auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem, no campo das Ciências Exatas. Ela surgiu de um grupo de pesquisadores motivados em investigar diferentes metodologias para abordar o ensino de Ciências Exatas, com foco nas Tecnologias no Ensino, na Modelagem Matemática e nos trabalhos Interdisciplinares. A justificativa está embasada na preocupação que estes professores têm quanto ao desinteresse dos alunos em relação às aulas nesta área, bem como a insatisfação dos alunos quando estes não percebem a relevância de

determinados conteúdos abordados. Frequentes são os questionamentos acerca da resolução de cálculos complexos, uma vez que existem máquinas de calcular que podem resolvê-los. Também questionam o motivo de decorar tantas fórmulas, se no cotidiano é possível obtê-las em livros ou na *internet*.

Cada metodologia acima mencionada é discutida num subgrupo de pesquisa, sendo que este é integrado por professores de diferentes áreas do conhecimento. Especificamente, na Modelagem Matemática, participam professores das áreas da Matemática, da Física, da Química, uma professora da escola básica, além de quatro bolsistas de Iniciação Científica vinculados aos cursos que concernem ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Este grupo se reúne quinzenalmente para discutir diferentes formas de explorar atividades de Modelagem Matemática, na visão de distintos autores, com vistas a elaborar, desenvolver e analisar propostas de ensino envolvendo Modelagem Matemática.

Nos anos de 2014 e 2015 foram desenvolvidas duas práticas pedagógicas, em diferentes escolas do Vale do Taquari, uma da rede privada e outra da pública. Assim, o objetivo deste trabalho é explanar os resultados da exploração dessas práticas, à luz de referenciais que sustentam a Modelagem Matemática como metodologia de ensino da Matemática.

## 2. Aportes teóricos

De acordo com Granato (2015), a Modelagem Matemática, como proposta pedagógica, surgiu internacionalmente, no início do século XX. No Brasil, sua implantação ocorreu nas aulas na década de 1970, especialmente nos cursos de matemática aplicada, na Unicamp e na PUC-RJ. Mas foi nos anos 1980 que ela se expandiu, e por meio do Programa de Educação Matemática da UNESP-SP, a “modelagem matemática e a educação matemática caminharam para uma relação pedagógica” (GRANATO, 2015, p. 5).

Para Kaiser Sriraman (2006) apud Almeida, Silva e Vertuan (2012), a modelagem matemática pode ser analisada sob diferentes perspectivas. Segundo os autores, dependendo do objetivo que se tem na sala de aula, é possível explorar situações-problema oriundas de indústrias ou ambientes de trabalho e desenvolver habilidades matemáticas na resolução de problemas aplicados. Neste caso, a perspectiva é a realística ou aplicada. Quando o objetivo está em desenvolver o conhecimento matemático propriamente dito, a perspectiva é a epistemológica. Outra possibilidade é promover a integração de conteúdos matemáticos no

ensino da matemática. O intuito, neste caso, é visualizar os processos de aprendizagem utilizados, bem como as dificuldades inerentes à interpretação de resultados ou à aprendizagem de conteúdos curriculares. Essa perspectiva, segundo Kaiser Sriraman (2006) apud Almeida, Silva e Vertuan (2013), pode ser considerada a educacional. Ainda segundo os autores, às vezes o professor pode ter vários objetivos, e, assim, explorar a modelagem matemática, em diferentes perspectivas.

Entende-se que as diferentes perspectivas constituem, também, diversos conceitos acerca da modelagem matemática. Alguns autores citam que modelagem é uma arte (BIEMBENGUT, 2007; BASSANEZI, 2002, 2015; WARWICK, 2007); outros (LEBETA, 2006; BERRY e O'SHEA, 1982; BIEMBENGUT, 2003, 2007) um processo. Bassanezi (2015, p. 15), por exemplo, afirma que “a modelagem é o processo de criação de modelos em que estão definidas as estratégias de ação do indivíduo sobre a realidade, mais especificamente sobre a sua realidade, carregada de interpretações e subjetividades próprias de cada modelador”.

Há ainda os que enfatizam a modelagem matemática como uma metodologia que pode favorecer a motivação, a criatividade e um ambiente de cooperação (ALMEIDA, SILVA e VERTUAN (2013); KLÜBER e BURAK (2008); BIEMBENGUT e SCHIMITT (2007); MACHADO JÚNIOR (2005), BARBOSA (2004), BARBOSA e SANTOS (2007), BLUM (1995)).

Para desenvolver um processo de modelagem matemática, vários autores sugerem etapas a serem observadas. Sostisso (2014) reuniu as concepções de autores como Bassanezi (2002), Blum (2007), Biembengut (2007) e Meyer (2011) e propôs o Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas do processo de modelagem, segundo alguns autores

BASSANEZI (2002)	BLUM (2007)	BIEMBENGUT (2007)	MEYER (2011)
Experimentação	Situação problema/ coleta de dados	Percepção e Apreensão: Familiarização com o tema	Determinação da situação e Simplificação das hipóteses
Abstração e Resolução	Elaboração do modelo/ Resolução	Compreensão e Explicação: Formulação e resolução do modelo matemático	Resolução (por vezes aproximada)
Validação e Modificação	Validação	Significação e Expressão: Interpretação da solução e validação do modelo.	Validação

Fonte: Sostisso (2014, p. 33).

Em geral, a prática inicia pela experimentação e compreensão do problema, passa para a elaboração e resolução do modelo e, por fim, ocorre a validação e interpretação dos resultados. Entretanto, autores como Klüber e Burak (2008) afirmam que num processo de modelagem matemática não é necessária a formulação de um modelo matemático no momento inicial, mas não exclui sua inclusão no decorrer do desenvolvimento do trabalho. Sendo assim, há diferentes formas de explorar a modelagem matemática, mas o cerne de todas está em proporcionar uma forma distinta de ensinar e aprender matemática, posicionando o aluno no centro do processo e o professor como mediador.

Assim, este estudo foi embasado em diferentes perspectivas, conforme descrição a seguir.

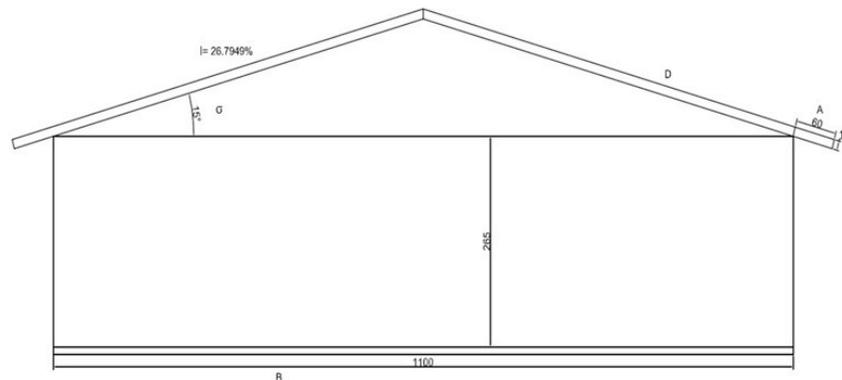
### 3. Procedimentos Metodológicos

Este estudo é de cunho qualitativo, visto que procura analisar os dados de forma aprofundada acerca de grupos de alunos. Segundo Silveira e Córdova (2009, p. 31), a pesquisa qualitativa “não se preocupa com a representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização”. Ainda de acordo com os autores, neste tipo de pesquisa, os pesquisadores “buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados são não-métricos e se valem de diferentes abordagens” (SILVEIRA e CÓRDOVA, 2009, p. 31).

Para Lankshear e Knobel (2008), pesquisadores qualitativos coletam, prioritariamente, dados em ambientes naturais e da vida real, na qual a ação acontece. Com esta perspectiva foram desenvolvidas duas práticas pedagógicas de Modelagem Matemática, uma no ano de 2014, numa escola privada, e outra em 2015, em uma escola pública, objetivando observar quais as implicações que se originam quando essa metodologia é explorada em sala de aula.

A primeira prática foi desenvolvida no decorrer de 10 aulas de matemática, em uma turma de segundo ano do Ensino Médio. O desafio proposto aos alunos foi apresentar uma solução para o problema de cobertura de uma casa medindo 11 metros de largura e 8 de comprimento, com ângulo de inclinação  $15^\circ$ , 60 centímetros de abas, com telhas de fibrocimento. Os alunos, em grupos, deveriam escolher um tipo de telha, definindo um critério para sua escolha, pesquisar o custo, o transpasse recomendado e propor uma alternativa para o proprietário da casa (FIGURA 1).

Figura 1 – Imagem da casa fornecida aos alunos



Fonte: Autores da pesquisa, 2016.

Já com o segundo grupo de alunos – do primeiro ano do Ensino Médio Politécnico – a partir de um tema gerador proposto por eles mesmos – a água – foi desenvolvida uma prática investigativa, ao longo de três meses. A partir deste tema amplo, os alunos foram divididos em grupos de três alunos, sendo que cada um explorou um dos seguintes subtemas, também sugeridos por eles: Sistemas de redes de água, Desperdício de água, Crosta branca: saúde e riscos à saúde pública, Localização e perfuração de novos poços, Funcionamento e utilidade das bitolas, Recolhimento e reaproveitamento da água, Custo da água, Doenças da água e tratamento da água. Os alunos coletaram informações acerca da temática em livros, *sites*, agendaram entrevistas em órgãos governamentais e com pessoas da comunidade na qual estão inseridos. Além disso, solicitaram, com o auxílio da professora da escola, uma explanação acerca de como se forma a crosta branca nos utensílios domésticos. Para tal, realizaram uma visita ao Laboratório de Química do Centro Universitário UNIVATES e foram desafiados, pelo pesquisador da área da Química, a realizar um experimento para compreender como se forma esta crosta, por meio de um experimento que avaliou a concentração de carbonato de sódio na água em relação à temperatura e resfriamento da solução.

Ambas as práticas desenvolvidas foram fotografadas, filmadas e, posteriormente, transcritas para a realização da análise de dados. Ao final das práticas foram ainda aplicados questionários para verificar a opinião dos alunos e investigar quais as implicações oriundas das referidas práticas. Assim, os instrumentos utilizados para análise dos dados foram imagens, gravações com transcrições, questionários e o diário de bordo dos pesquisadores. Além disso, os alunos ainda entregaram um relatório contendo a solução proposta.

Cabe ainda salientar que na primeira escola, os integrantes da pesquisa exploraram a situação-problema e a professora titular acompanhou as atividades, auxiliando-os no planejamento do relatório e na apresentação final. Na segunda escola, o papel da professora foi de mediar o processo de aprendizagem, cabendo aos pesquisadores da Univates o desenvolvimento da prática no Laboratório de Química. Em ambas as escolas os grupos compartilharam seus resultados, com o auxílio das professoras titulares, sendo estes assistidos pelos professores da Univates que se deslocaram até as escolas.

#### 4. Alguns resultados obtidos

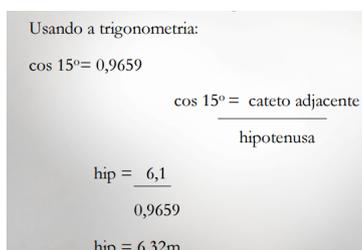
Entre os resultados obtidos serão descritos, nesta comunicação científica, somente dois tópicos, um deles referente aos modelos matemáticos expressos pelos alunos e as representações utilizadas, e outro acerca das impressões dos alunos sobre esta metodologia.

##### 4.1 Os modelos matemáticos expressos e as representações utilizadas

Na escola privada, os alunos receberam a situação-problema do grupo de professores que se deslocou até a escola. As atividades iniciaram com os alunos elaborando um plano para resolver o problema, incluindo a busca de dados, o que pode ser entendido como a primeira etapa da modelagem, que é a familiarização com o tema (BIEMBENGUT, 2007). Após, os alunos iniciaram a elaboração de modelos (BLUM, 2007).

Para calcular o número de telhas para cobrir o telhado da Figura 1 acima mencionada, todos os grupos de alunos iniciaram pelo cálculo da hipotenusa, utilizando as fórmulas da trigonometria no triângulo retângulo, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Cálculo apresentado pelo Grupo 3



Usando a trigonometria:  
 $\cos 15^\circ = 0,9659$   
$$\cos 15^\circ = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}}$$
  
$$\text{hip} = \frac{6,1}{0,9659}$$
  
$$\text{hip} = 6,32\text{m}$$

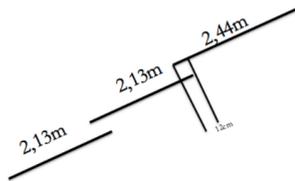
Fonte: Autores da pesquisa, 2016.

Com relação às abas, somente cinco dos nove grupos levaram em consideração a inserção destas no cálculo, embora estivesse nítido no desenho essa necessidade. Isto pode

estar relacionado ao fato de, habitualmente, somente serem desenvolvidos cálculos relativos à trigonometria, desprovidos de aplicações práticas.

No que tange aos diferentes tamanhos de telhas, apenas três grupos pensaram nesta possibilidade de mixagem. O grupo três desenhou a seguinte solução (FIGURA 3).

Figura 3 – Representação dos transpasses pelo Grupo 3



Fonte: Autores da pesquisa, 2016.

No desenho deste grupo ainda se percebe a preocupação em demonstrar o transpasse proposto, neste caso 12 cm. Sostisso (2014) apud Biembengut (2014) menciona que um modelo obtido pode ser representado em forma de desenho ou réplicas.

Com relação aos cortes nas telhas, apenas dois grupos propuseram esta alternativa. Os demais grupos sugeriram usá-las de forma inteira, haja vista que o corte traria mais custo, bem como poderia trazer algum dano à saúde em função do pó que poderia originar-se.

Outro aspecto analisado, nesta prática, pelo grupo de pesquisadores foi a validação da solução encontrada. Conforme Bassanezi (2002, 2015), Blum (2007), Biembengut (2007) e Meyer (2011), esta é a última etapa de um processo de modelagem matemática. Quatro dos nove grupos ou realizaram um desenho ou apresentaram sua solução para engenheiros ou arquitetos (FIGURA 4).

Figura 4 – Validação por meio do desenho do Grupo 7



Fonte: Autores da pesquisa, 2016.

Em relação ao custo do telhado, alguns grupos elencaram outros gastos para além das telhas, pois entenderam que isso se aproximaria mais da realidade encontrada (FIGURA 5).

Figura 5 – Cálculo dos custos apresentado pelo Grupo 3

<p>36 telhas 2,13m=R\$1188,00</p> <p><u>18 telhas 2,44m=R\$681,30</u></p> <p>TOTAL=R\$1869,30</p>	<p style="text-align: center;"><b>OUTROS GASTOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 parafusos por telha, total de 162 parafusos = R\$113,40. (R\$0,07 unidade)</li> <li>• 9 cumeeiras de 1,10m de comprimento e 6mm de espessura = R\$252,00. (R\$28,00 unidade)</li> <li>• Mão-de obra de 30 horas R\$900,00.</li> </ul>
---	---

Fonte: Autores da pesquisa, 2016.

Na escola pública, os estudantes iniciaram a prática de modelagem de forma distinta, ou seja, ao invés do professor propor a situação-problema, eles foram desafiados a escolher o tema de interesse, conforme propõem Klüber e Burak (2008). A partir da geração deste tema, novos subtemas emergiram, conforme já mencionado, e cada grupo determinou sua situação-problema, como sugere Meyer (2011).

O grupo, por exemplo, cujo subtema era “Sistemas de redes de distribuição de água” realizou uma coleta de dados quanto ao número de novas ligações de água que foram realizadas anualmente, em residências ou estabelecimentos concluindo que entre os anos de 2010 e 2015 foram feitos, em média, 97,16 novos registros anuais.

Este grupo também coletou informações junto à prefeitura municipal acerca do número de reservatórios existentes na cidade, concluindo que são 28 reservatórios, sendo 23 com capacidade para 20 mil litros, um de 120 mil litros, um de 170 mil litros e dois com capacidade de 15 mil litros. Além disso, foram informados de como é realizada a limpeza dos reservatórios, o conserto dos canos, os problemas mais frequentes relacionados à rede de distribuição, a quantidade de residências e prédios ligados a cada poço artesiano, entre outros. Essas informações foram descritas pelos alunos no artigo entregue para a professora titular ao final da pesquisa e socializadas com a turma, assim como para professores-pesquisadores e bolsistas da pesquisa Tendências no Ensino.

## 4.2 As impressões dos alunos acerca desta metodologia

Ao finalizar as atividades, em ambas as escolas foram aplicados questionários para analisar as implicações da prática pedagógica realizada. Uma das questões indagou acerca das impressões em relação à metodologia desenvolvida e se gostariam de ter outras aulas planejadas desta forma. Como respostas mencionaram<sup>1</sup>:

*“Sim. Afinal, a atividade trabalha com a matemática na prática. Como estamos acostumados com a matemática na teoria, isto é algo novo e interessante”* (GRUPO 7).

*“Sim, pois é algo que foge da rotina, é uma maneira alternativa de aprender matemática”* (GRUPO 5).

*“Sim, pois conseguimos aplicar coisas que usamos na escola no dia a dia, podemos perceber que a engenharia não é nada tão distante do que aprendemos na escola”* (GRUPO 1).

*“Achamos a metodologia de ensino muito interessante. Tivemos que ir em busca do conteúdo e adaptá-lo a nossa realidade, gerando muito conhecimento”* (GRUPO 9).

*“Sim, porque com essa metodologia o grupo conseguiu fazer o trabalho com o tema que gerou mais interesse”* (GRUPO 12).

A análise das respostas permite inferir que os alunos entenderam que esta atividade constituiu-se em algo diferenciado, prático, que gerou interesse, além de possibilitar a associação de conteúdos explorados em sala de aula com aqueles presentes na situação-problema.

Outra pergunta questionou acerca do “pensar sobre” qual matemática empregam e como esta foi escolhida. Quando o pesquisador questionou o grupo de alunos da escola privada se a matemática, assim abordada, seria mais fácil de ser compreendida, eles responderam:

*“Não! Mais ou menos!”* (ALUNO 1).

*“Mais ou menos?”* (PROFESSOR PESQUISADOR).

*“Tem mais detalhes a serem pensados”* (ALUNO 1).

*“Acho que a questão do transpasse nos fez pensar [...]”* (ALUNO 1).

Outro aspecto comentado pelos alunos foi a relevância da aplicabilidade, como também sugerem Machado Júnior (2005), Barbosa (2004), Barbosa e Santos (2007).

<sup>1</sup> Aqui as respostas referem-se tanto aos alunos da escola privada quanto da pública e foram transcritas como os alunos as escreveram.

*“Eu vejo que na hora que a gente faz o cálculo a gente vê a coerência, pode ser que está certo ou errado...” (ALUNO 2).*

*“Também pode se utilizar dos conteúdos que a gente aprendeu na aula [...]” (ALUNO 3).*

Quando questionados quanto aos aspectos positivos relacionados à prática desenvolvida, os alunos da escola pública relataram:

*“Poder escolher o tema; a professora conseguir acompanhar e ajudar bastante o grupo [...] conseguimos aprender muitas coisas novas” (GRUPO 12).*

*“Adquirimos muitos conhecimentos, percebemos que quando nos focamos em algo conseguimos realizar e vivemos experiências interessantes” (GRUPO 9).*

*“Quando recebemos o conteúdo pronto, não aprendemos tanto quanto o buscamos e adaptamos com nossa realidade” (ALUNO 5).*

Segundo Machado Júnior (2005), Barbosa (2004), Barbosa e Santos (2007), baseados em Blum (1995), os motivos para a inclusão da modelagem no currículo estão relacionados à motivação, à facilitação da aprendizagem, ao preparo dos alunos para aplicar matemática em distintas áreas, ao desenvolvimento de habilidades de pesquisa e de investigação e à relevância sociocultural da matemática usada nas práticas sociais.

## 5. Considerações

Após a exploração de atividades de modelagem matemática em duas escolas no decorrer dos 2014 e 2015 foi possível perceber a emergência de alguns modelos matemáticos. Esses modelos foram representados por meio de desenhos, imagens, leis matemáticas e outras formas como propõe Biembengut (2014). Quanto ao processo, observou-se uma sequência de etapas. Na escola privada estas foram embasadas em autores como Bassanezi (2002), Blum (2007), Biembengut (2007) e Meyer (2011) apud Sostisso (2014) e na escola pública em Klüber e Burak (2008).

Quanto às impressões acerca da metodologia, os alunos mostraram-se motivados, pois conseguiram aplicar os conteúdos aprendidos em sala de aula na situação-problema e desenvolveram hábitos de pesquisa e de investigação.

No tocante aos propósitos da pesquisa, entende-se que as situações-problema fomentaram a discussão de diferentes formas de explorar atividades matemáticas, nas diversas perspectivas da modelagem matemática, na visão de distintos autores, com vistas à aprendizagem da matemática. Além disso, foi possível verificar que ocorreu uma participação

efetiva dos alunos nas discussões, o que permite inferir que houve aumento no interesse dos alunos pela matemática, bem como uma a visualização da sua aplicabilidade, fatores esses que justificam a pesquisa realizada.

Os resultados não são conclusivos e novas investigações deverão ser promovidas no ano de 2016, haja vista a continuidade da investigação de novas situações.

## Referências

ALMEIDA, L. M.; SILVA, K. P. da; VERTUAN, R. E. **Modelagem matemática na educação básica**. São Paulo: Contexto, 2013.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? *Veritati*, Salvador, n. 4, p. 73-80, 2004.

BARBOSA, J. C.; SANTOS, M. A. Modelagem matemática, perspectivas e discussões. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9, Belo Horizonte. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. 1 CD-ROM.

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

\_\_\_\_\_. **Modelagem matemática: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2015.

BERRY, J.; O'SHEA, T. Assessing mathematical modelling. **International Journal of Mathematical Education Science and Tecnology**, Londres, v. 13, n. 6, 1982.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2007.

BIEMBENGUT, M. S.; SCHIMITT; A. L. F. Mapeamento das pesquisas sobre modelagem matemática no cenário mundial: análise dos trabalhos apresentados no 14º Grupo de Estudo do Comitê Internacional de Educação Matemática STUDY GROUP, 14 - ICMI. **Dynamis** (Blumenau), v. 13, p. 11-20, 2007.

BLUM, W. Applications and modelling in mathematics teaching and mathematics education: some important aspects of practice and of research. In: SLOVER, C. et al. **Advances and perspectives in the teaching of mathematical modeling and applications**. Yorklyn: Water Street Mathematics, 1995.

BLUM, Werner; NISS, Mogens; GALBRAITH, Peter. **Modelling and Applications in Mathematics Education**. New York: Springer, 2007.

GRANATO, Felipe Leite. A Modelagem Matemática como proposta de integração entre a Educação Matemática e a Educação Politécnica. In: **VII Encontro Mineiro de Educação Matemática**, 2015, São João del Rei. VII Encontro Mineiro de Educação Matemática, 2015.

KLÜBER, Tiago Emanuel; BURAK, Dionísio. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. **Revista Educação Matemática e Pesquisa**. 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: 15 de maio de 2015.

LANKSHEAR, Colin; KNOBEL, Michele. **Pesquisa Pedagógica do projeto à implementação**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

LEBETA, T. V. **An investigation into pre-service teachers' mathematical behaviour in an application and modelling context**. 2006. 274 f. Tese (Doutorado) - University Of The Western Cape. Disponível em:

[http://etd.uwc.ac.za/usrfiles/modules/etd/docs/etd\\_gen8Srv25Nme4\\_6979\\_1189159723.pdf](http://etd.uwc.ac.za/usrfiles/modules/etd/docs/etd_gen8Srv25Nme4_6979_1189159723.pdf). Acesso em: 23 jan. 2016.

MACHADO JÚNIOR, A. G. **Modelagem matemática no ensino-aprendizagem: ação e resultados**. 2005. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2005. Disponível em:

<[http://www.ufpa.br/npadc/gemm/documentos/docs/Doc\\_12.pdf](http://www.ufpa.br/npadc/gemm/documentos/docs/Doc_12.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2008.

MEYER, João Frederico da Costa de Azevedo; CALDEIRA, Ademir Donizeti; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. **Modelagem Matemática na Educação**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P.. Unidade de Pesquisa Científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Org.), **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. p. 33-44. Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/52806/000728684.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

SOSTISSO, Alessandra Fabian. **Modelação matemática: competência científica de uma licenciatura em matemática**. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS, Porto Alegre, 2014.

WARWICK, J. Some reflections on the Teaching of Mathematical Modeling. **The Mathematical Educator**, Londres, v. 17, n. 1, p. 32-41, 2007. Disponível em:

<<http://math.coe.uga.edu/tme/Issues/v17n1/v17n1.pdf>>. Acesso em: 23 jan 2008.