

## MODELAGEM MATEMÁTICA E FÍSICA: UM ESTUDO SOBRE A ELEVADA TEMPERATURA NA SALA DE AULA

*Rafaela Duarte Nascimento*  
*Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Espírito Santo*  
[rafaeladn17@gmail.com](mailto:rafaeladn17@gmail.com)

**Resumo:** Este relato é uma reflexão, sobre uma atividade realizada em sala de aula, utilizando a modelagem matemática na perspectiva sociocrítica como abordagem pedagógica para o ensino de física. A atividade de modelagem matemática foi desenvolvida em uma turma com 39 alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola estadual capixaba. A situação-problema sobre a elevada temperatura na sala de aula, que norteou a atividade, foi escolhida pelos alunos e surgiu a partir de uma conversa sobre os problemas enfrentados na escola. A professora de Física da turma assumiu o papel de mediadora com o objetivo de auxiliar os estudantes no desenvolvimento da atividade. Foi possível observar que os alunos se empenharam na atividade por fazer parte do contexto social deles. Os resultados explicitam que a atividade de modelagem torna os alunos mais críticos pela oportunidade de contextualizar o conhecimento elaborado, favorecendo a formação cidadã.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática. Perspectiva Sociocrítica. Ensino de Física. Elevada Temperatura.

### 1. Introdução

Muitos alunos ainda possuem uma visão distorcida da Física, caracterizando-a como um tipo de matemática, e mais preocupantemente, eles não conseguem relacioná-la com o seu dia-a-dia, tratando-a como algo desnecessário e não aplicável às suas vidas.

Os modelos matemáticos têm um importante papel junto ao desenvolvimento da Teoria Física. No entanto, Campos e Araujo (2009) destacam a forma desarticulada em que é apresentada a relação entre o fenômeno físico e o modelo matemático, o que dificulta ao aluno reconhecer o conhecimento científico em situações cotidianas.

Geralmente no ensino de Física privilegia-se a memorização dos conceitos leis e fórmulas físicas. Os alunos são orientados a encontrar apenas os resultados dos problemas propostos, sem se preocupar com as suas implicações e com o fenômeno que está sendo observado o que colabora para que assumam uma atitude passiva no processo de ensino-aprendizagem (APEDOE, 2008).

Um dos motivos para que isso ocorra é que o ensino das ciências naturais tradicionalmente possui um enfoque direcionado para seu próprio interior, não abordando as necessidades sociais do aluno. Para que possam compreender melhor as manifestações do universo é importante que o currículo contemple componentes que considerem aspectos sociais e pessoais da vida cotidiana (BRYCE, 2010).

Diante do cenário apresentado, muitos pesquisadores têm proposto a adoção e o desenvolvimento de modelos que conectem as ciências naturais com os conhecimentos tradicionais da sociedade (COLUCCI et al., 2012; KANESHIRO et al., 2005). Muitas podem ser as fontes de inspiração para a construção das atividades que desenvolvam o conhecimento físico, sendo importante elaborar atividades próximas da realidade do aluno, que os estimulem a pensar sobre o fenômeno, analisar os possíveis resultados e a construir o conhecimento coletivamente.

Uma das abordagens que tem se mostrado viável para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais interativo, participativo e próximo da realidade é a modelagem matemática. Para Bassanezi (2006) a modelagem matemática é a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real. Já Barbosa (2004) considera que o ambiente de Modelagem refere-se ao ato de problematizar e investigar, onde ambas as atividades se articulam no processo de envolvimento dos alunos na atividade proposta.

Batista e Kato (2008, p. 307) destacam que “no ensino de Física, a modelagem matemática também instiga os alunos a investigarem problemas físicos que descrevem situações reais, procurando aproximar o conhecimento ensinado na escola do cotidiano do aluno”. Souza e Espírito Santo (2008, p. 11) ressaltam a motivação dos alunos com o uso da modelagem matemática no ensino de Física “pois, além de estarem construindo o saber com informações de sua própria realidade, nota-se que há uma ruptura na sequência normalmente utilizada no ensino: definição, exemplos, exercícios e problemas”.

Nesse relato descrevemos o desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática nas aulas de Física, conduzida na perspectiva sociocrítica, cujo tema foi a elevada temperatura na sala de aula, em uma turma do segundo ano do ensino médio de uma escola estadual capixaba.

## 2. Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica

Kaiser e Sriraman (2006) apontam que existem na literatura diferentes abordagens para a utilização da modelagem matemática como instrumento pedagógico. Eles a classificam, de acordo com os interesses, objetivos e a forma em que é conduzida, em seis perspectivas: realística ou aplicada, epistemológica ou teórica, educacional, contextual, cognitiva e sociocrítica. Na condução da atividade de modelagem descrita neste relato adotamos a perspectiva sociocrítica.

Nessa perspectiva Barbosa (2001) considera, de maneira sintética, que a modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas, possuindo assim um caráter interdisciplinar. Os alunos usam ideias, conceitos e algoritmos da matemática para abordar uma situação (BARBOSA, 2004), mesmo que não seja um problema da matemática (BLUM E NISS, 1991). Para Barbosa (2003) as situações estudadas devem propiciar reflexões e a análise da natureza dos modelos matemáticos e seu papel na sociedade, salientando que a capacidade de compreender e criticar argumentos pode gerar uma iniciativa das pessoas em tomar decisões e construir uma sociedade democrática (BARBOSA, 2003).

Nesse sentido Skovsmose (2000) propõe que as atividades em sala de aula sejam desenvolvidas dentro de um cenário investigativo. Para ele, cenário investigativo é um ambiente que pode dar suporte a um trabalho de investigação que convida os alunos a formularem questões e a procurarem explicações. É um ambiente que oferece recursos para fazer investigações e envolve processos de exploração e argumentação justificada. Esse ambiente favorável propõe dar a educação matemática uma dimensão crítica a partir da ação e reflexão dos alunos com o intuito de engajá-los ativamente em seus processos de aprendizagem.

O aluno se identifica com a situação e sua participação, ao aceitar o convite na atividade de modelagem, se torna efetiva, influenciando em todo o processo da compreensão do fenômeno com o “papel do professor perdendo 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.7). O professor deve assumir o papel de orientar e fomentar as reflexões e deve estimular o diálogo entre os pares, apresentando questões-desafio.

Silva e Kato (2012) destacam que o trabalho em grupo, a participação crítica e democrática nas aulas, debater, discutir e negociar informações relevantes à problemática, possibilidade da autonomia de pensamento e leitura do mundo posicionando os alunos ativamente na construção do conhecimento, compreender e criticar argumentos matemáticos postos em debates, extensão da problemática para o contexto fora da sala de aula viabilizando maior envolvimento dos alunos com questões externas, atuação crítica na sociedade e a importância da matemática na sociedade são características de uma atividade de modelagem desenvolvida na perspectiva sociocrítica.

Para Barbosa (2004, p. 02) são cinco os argumentos favoráveis para o uso da modelagem matemática em sala de aula: motivação, facilitação da aprendizagem, preparação para utilizar a matemática em diferentes áreas; desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sociocultural da matemática.

### **3. Desenvolvimento da atividade e resultados**

A atividade foi desenvolvida em uma turma do segundo ano do ensino médio de uma escola estadual capixaba. Participaram da atividade 39 alunos, dos quais 17 são do sexo masculino e 22 do sexo feminino, e a professora de Física que também atuou como pesquisadora. A faixa etária destes estudantes está situada entre 16 a 18 anos de idade e algumas etapas da atividade foram desenvolvidas em grupo. Os nomes dos estudantes que aparecem neste relato são fictícios.

Tudo começou com uma conversa com os estudantes sobre a escola e as dificuldades ali enfrentadas. Dentre os assuntos abordados citaram que a escola era antiga, apresentando problemas de infraestrutura, e que o que mais os incomodavam era a elevada temperatura na sala de aula.

Questionados pela professora sobre o que contribuía para essa elevada temperatura, eles citaram: quantidade de alunos em sala, a falta de circulação de ar, obra vizinha que invadiu o terreno da escola, uniforme escuro, poucos ventiladores, tamanho da sala, material utilizado na construção da escola, localização geográfica da escola e da sala, clima, verba escassa para realizar melhoria, posicionamento dos ventiladores, falta de vegetação ao redor

da escola e estrutura física da escola. Os estudantes foram falando e uma aluna registrou todos os fatores em uma folha de papel. Uma aluna durante esse processo perguntou:

*Ivana: “Professora, nós vamos pesquisar sobre o assunto? Porque seria bem legal!”*

Ficou visível o envolvimento e o interesse dos alunos em analisar o problema. Então, a professora propôs à turma desenvolver uma atividade de modelagem com o intuito de refletir sobre a situação do contexto social com que conviviam diariamente. A proposta era de participação efetiva dos alunos na construção do conhecimento, procurando estimular neles a capacidade de refletir criticamente sobre o assunto estudado, levando-os “(...) a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos teóricos e matemáticos” (AZEVEDO, 2009, p.20).

Para as primeiras reflexões sobre o problema, os estudantes propuseram pesquisar reportagens que abordassem a temperatura nas salas de aula. Cada grupo escolheu uma reportagem que compartilhou com a turma por meio de apresentação oral. Durante as apresentações algumas questões foram levantadas e relacionadas com a realidade da instituição de ensino em questão, conforme destacado nas falas dos alunos.

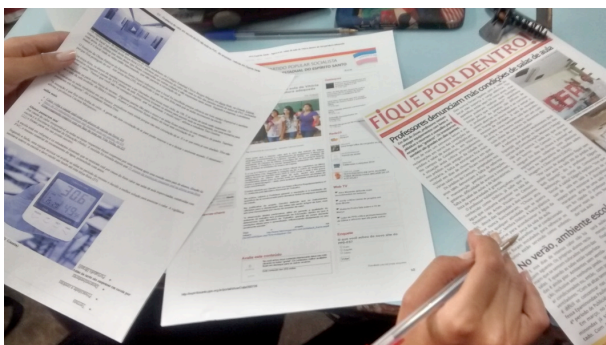
*Marina: “É uma coisa que tá acontecendo muito hoje em dia, muitas escolas tem propostas de reformas, mas que não ocorrem, e quando ocorrem, os alunos são tirados da sala de aula de aula e colocados em salas de PVC, que são extremamente quentes e não tem ventilação suficiente.”*

*Luísa: “Uma das influências do calor na sala de aula é que atrapalha o rendimento dos alunos. Nós sabemos que quando está muito quente é difícil prestar atenção na aula.”*

*Maria: “Na nossa sala por causa do calor, é muito difícil ficar muito tempo aqui, é muito quente!”*

Os estudantes também perceberam por meio das reportagens (Figura 1) que a arquitetura e os materiais utilizados na construção das escolas influenciavam diretamente na temperatura dos ambientes da escola. Com a ajuda de um termo-higrômetro mediram a temperatura da sala de aula (33,2°C) e de outros locais da escola como o banheiro (32,9°C), a sala de vídeo (31,0°C), a sala dos professores (33,2°C), os corredores (30,4°C) e o refeitório (33,1°C)). Relataram, que ao conversarem com colegas de outras escolas, que a situação da

elevada temperatura na sala de aula era mais recorrente do que imaginavam. Observa-se que, além do estudo dos conceitos de temperatura e calor, a investigação convergia também para discussões sociais e críticas concordando com Barbosa (2004) quando diz que a modelagem potencializa a intervenção das pessoas nos debates e nas tomadas de decisões sociais, já que as aplicações da matemática, e por que não dizer da Física, estão presentes na sociedade e trazem implicações para a vida das pessoas.



**Figura 1: Reportagens e interações entre os estudantes**

Um dos alunos em suas investigações sobre o tema encontrou um documento que relatava sobre um projeto de lei estadual (n° 42/2010), que tornava obrigatória a climatização das salas de aula em escolas públicas no âmbito do Estado do Espírito Santo, o que gerou grande impacto quando descobriram que o projeto foi arquivado, como mostra o diálogo a seguir.

*Rodolfo: “O projeto falava que todas as escolas do Estado do Espírito Santo tinham que ter climatização, uma temperatura entre 20°C e 23°C.”*

*Rodolfo: “[...] esse projeto passou por uma comissão, foi mudado duas vezes e foi arquivado pela casa. Arquivaram o projeto, falaram que não dariam para fazer!”*

*Luísa: “A gente achou muita reportagem falando do calor na sala de aula e eu não tinha visto nem uma solução até então, muitas promessas de reforma, aí eu achei bem legal ter uma Lei com a temperatura certa na sala.”*

*Luan: “Se existe uma Lei, porque não é cumprida?”*

*Juliana: “Se tem um projeto de Lei, podemos lutar por ela.”*

*Rodolfo: “ Podemos ir no Ministério Público. Vamos pesquisar melhor sobre isso.”*

Nesse diálogo percebemos que a atividade aprofunda nas discussões sociais e políticas. O ambiente de investigação em referência à realidade, leva ao aluno escolher seu próprio caminho para investigar os fatos concordando com Ferruzzi e Almeida (2015) que ao realizar uma investigação o sujeito abandona sua posição cômoda e pode entrar em um processo cujo resultado final dependerá de sua disposição e curiosidade.

Barbosa (2004) destaca como vantagem na atividade de modelagem, a motivação e o interesse para resolver a questão, uma vez que a situação emerge do contexto social do estudante que busca elementos para compreender o problema. Na visão de Barbosa (2001) a maneira de se organizar as atividades de Modelagem Matemática deve ser acompanhada do movimento do currículo em direção a uma perspectiva de investigação que depende das possibilidades do contexto escolar, da experiência do professor e dos interesses dos alunos.

A partir das discussões os estudantes perceberam a relação do problema com os conteúdos físicos e questionaram sobre temperatura e calor, termômetros, transferência de calor, dilatação dos corpos, fatores que influenciam na elevada temperatura na sala de aula, materiais que constituem a estrutura da escola e que podem influenciar no aumento da temperatura e recursos que podem ser utilizados para amenizar o problema em questão. Esses conteúdos estão relacionados com a área de Termologia na Física que são estudados no segundo ano.

Nesse momento o papel do professor foi fundamental assumindo a função de mediador. Ele orienta o trabalho, esclarece dúvidas, incentiva os alunos, proporciona liberdade para os alunos pensarem e construírem o conhecimento. E os alunos buscam evoluir os conceitos já existentes na estrutura cognitiva, novos conceitos e formas que auxiliam a obtenção de respostas. Os alunos por meio de pesquisas e diálogo com o professor confeccionaram cartazes (Figura 2) abordando esses conteúdos.

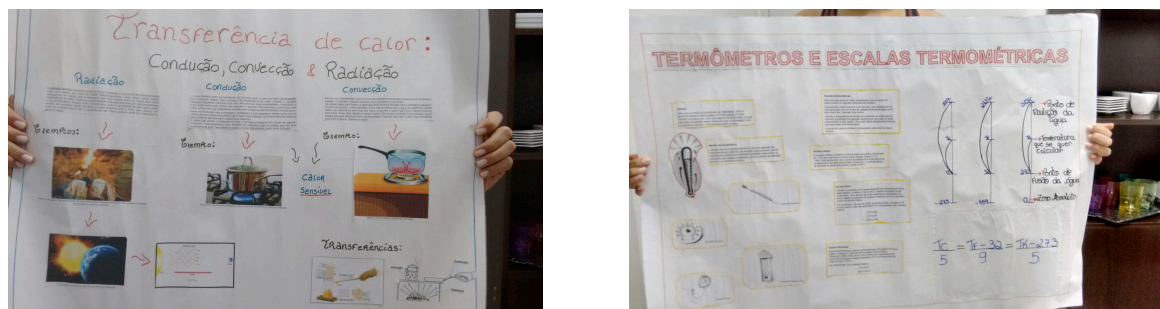


Figura 2: Cartazes produzidos pelos alunos

As discussões e interações entre os grupos durante o processo foram importantes para a compreensão de métodos e estratégias para entender o problema. No desenvolvimento da atividade fica cada vez mais evidente a motivação e o interesse em resolver a situação.

Como vemos o cotidiano possibilita diversas situações para um trabalho dinâmico e interativo em modelagem matemática na sala de aula. O fato dos alunos poderem interagir e observar as situações que os cercam, levou a uma relação entre os conceitos físicos e a Matemática e o interesse em resolver a situação posta. Isto fica explicitado nos trechos abaixo.

*Daniela: “ A gente fez algumas soluções para melhorar, situações práticas, como aumentar a escola, aumentar a sala, isso tudo.”*

*Cristina: “[...] a gente gostaria de utilizar camisetas claras! Porque vamos sentir menos calor!. [...] mas não é só a cor, tem o material também! Tem que ser um material mais fino. ”*

*Cristina: “ Aumentar a circulação da sala de aula, porque tem um muro aqui, podia colocar umas aberturas aqui na parede.”*

A partir daí os estudantes propuseram encontrar soluções para resolver o problema da elevada temperatura. Especificamente neste relato, escolhemos umas das soluções apresentadas por um dos grupos. A solução proposta pelo grupo foi o uso de cobogó (elemento vazado) e a instalação e o posicionamento de novos ventiladores.

Durante o processo, refletindo sobre os procedimentos, o grupo percebeu a necessidade de averiguar o melhor local para a implantação dos elementos vazados,



favorecendo a ventilação cruzada, e a posição dos ventiladores para que melhorasse a circulação do ar e atingisse todos os espaços da sala. Sentiram também a necessidade do uso do cálculo para compreender a situação e encontrar uma solução com o custo mais acessível.

Vale ressaltar que durante a apresentação da solução proposta pelo grupo surgiram indagações de modo que a resolução fosse problematizada e questionada (ARAUJO, 2009). Os alunos perguntaram se a escola tem verba, se o governo vai ajudar, se a estrutura física, incluindo a parte elétrica, da escola comporta as obras.

Segundo o grupo, a escolha do elemento vazado justificou-se pelo baixo custo e pelo material que é constituído (concreto). Nas figuras 3 e 4, retiradas da apresentação do grupo, eles propõem um orçamento para a execução da proposta e julgam que a solução investigada condiz com a realidade da escola em relação a verbas para reformas. Destacam ainda que o elemento vazado propiciaria uma melhor iluminação das salas e potencializaria a circulação do ar, diminuindo a sensação térmica e o valor da conta de energia, já que poderia dispensar ou reduzir a utilização das lâmpadas para iluminar a sala de aula no período diurno.



Figura 3: Cálculo do custo do elemento vazado

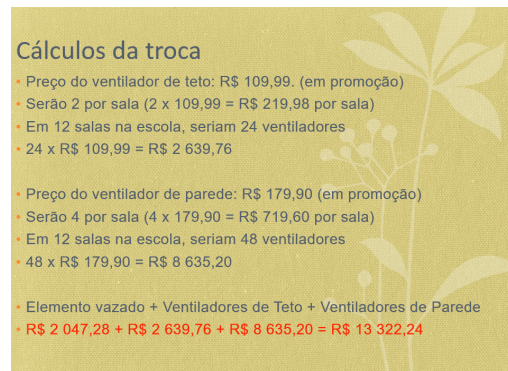


Figura 4: Cálculo da troca de ventiladores

A Figura 5 apresenta uma maquete construída pelo grupo de como ficaria a sala de aula após a realização das intervenções propostas.



Figura 5: Maquete da sala de aula com as intervenções propostas

#### 4. Considerações Finais

Esse relato descreveu o desenvolvimento de uma atividade que buscou verificar as contribuições da modelagem matemática como meio para o Ensino de Física. Durante o desenvolvimento, os alunos, mediados pela professora, aceitaram o convite para investigar e refletir sobre a elevada temperatura na sala de aula.

Por ser a Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica um ambiente que permite que os alunos se sintam motivados e que busquem informações referentes à própria realidade, nota-se que houve uma ruptura normalmente utilizada no ensino de física: definição, exemplos, exercícios e problemas.

A partir dessa atividade os alunos perceberam a importância dos conceitos de física e matemática para resolverem um problema da realidade deles, estabelecendo uma relação entre o contexto social e a disciplina estudada.

Os alunos, na sua grande maioria, foram participantes ativos do processo, indagando e investigando e não simplesmente memorizando os conceitos estudados. Destaca-se também que a aproximação do conhecimento ensinado na escola do cotidiano do aluno, estimulou uma postura mais crítica, levando-os a refletir sobre aspectos socioeconômicos envolvidos, a tomar decisões e a propor, interpretar e validar soluções, o que contribuiu para a sua formação cidadã, possibilitando-o intervir na sua realidade a partir dos conhecimentos desenvolvidos.

#### 5. Referências

APEDOE, X. S. **Engaging Students in Inquiry**: Tales From an Undergraduate Geology Laboratoru-Based Course. *Science education*, 92: 631-663, 2008.

ARAÚJO, J. L. Uma abordagem sócio-crítica da modelagem matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 55-68, jul. 2009.

Azevedo, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

BARBOSA, J. C. **O que pensam os professores sobre a modelagem matemática?** *Zetetiké*, Campinas, v. 7, n. 11, p. 67-85, jan./jun. 1999.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: **REUNIÃO ANUAL DA ANPED**, 24, 2001, Caxambu, Anais, Rio de Janeiro, ANPED, 2001.

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática na sala de aula**. *Perspectiva*, Erechim, v. 27, n. 98, p. 65-74, jun. 2003.

BARBOSA, J. C. As relações dos professores com a Modelagem Matemática. In: **Encontro Nacional de Educação Matemática**, 8., 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBEM, 2004. Disponível em: <http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/material/142008-11-01-15-53-24.pdf>. Acesso em: 19 de jan. 2016.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**: uma nova estratégia. Ed. Contexto 3ª ed. São Paulo, 2006.

BLUM, W.; NISS, M. Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects – state, trends and issues in mathematics instruction. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 22, n. 1, p. 37-68, feb. 1991.

Bryce, T. Sardonic science? The resistance to more humanistic forms of science education. **Cultural Studies of Science Education**, 5:591–612, 2010.

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: 11 nov. 2015.

COLUCCI, G. L.; PERAZZONE, A.; DODMAN, M. Science education for sustainability, epistemological reflections and educational practices: from natural sciences to trans disciplinarity. **Cultural Studies of Science education**, online first, 2012.

Ferruzzi, E. C.; Almeida, L. M. W., **Diálogos em modelagem matemática**. *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 21, n. 2, p. 377-394, 2015.

KAISER, Gabriele; SRIRAMAN, Bharath. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. In: **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**. v.38, n.3. p. 302-310, 2006.

Kaneshiro, K. Y.; Chinn, P.; Duin, K. N.; Hood, A. P.; Maly, K. and Wilcox, B. A. Hawai'i's. **Mountain-to-Sea Ecosystems: Social–Ecological Microcosms for Sustainability Science and Practice.** *Eco Health* 2: 349–360, 2005.

Michel Corci Batista; Lilian Akemi Kato. **CONTEXTUALIZAÇÃO CRÍTICA NAS AULAS DE CIÊNCIAS: ALGUNS ASPECTOS DA MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA III.** Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática 6 a 8 de novembro de 2008.

SILVA, Cintia da; KATO, Lilian Akemi. **Quais Elementos Caracterizam uma Atividade de Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica?** *Bolema*, vol. 26 n° 43 Rio Claro Aug. 2012.

SKOVSMOSE, O. **Cenários para investigação.** *Bolema*, Rio Claro, Ano 13, n.14, p 66-91, 2000.

SOUZA, E. S.; ESPÍRITO SANTO, A.O. **A modelagem matemática como metodologia para o ensino-aprendizagem de física.** Disponível em: <http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/artigo/1-2009-02-24-16-09-32.pdf>. Acesso em fev, 2016.