

**Série Guias Didáticos de Matemática**

**42**

**A ELEVADA TEMPERATURA DA  
SALA DE AULA:**

UMA EXPERIÊNCIA VIA MODELAGEM MATEMÁTICA

**RAFAELA DUARTE NASCIMENTO  
LUCIANO LESSA LORENZONI  
OSCAR LUIZ TEIXEIRA DE REZENDE**

**Editora Ifes  
2017**



Instituto Federal do Espírito Santo  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA

Mestrado Profissional em Educação Em Ciências e Matemática

Rafaela Duarte Nascimento

Luciano Lessa Lorenzoni

Oscar Luiz Teixeira de Rezende

**A elevada temperatura da sala de aula: uma experiência via Modelagem  
Matemática**

Série Guias Didáticos de Matemática - n° 42

Grupo de Estudo e Pesquisa em Modelagem Matemática e Educação Estatística  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Vitória, Espírito Santo, 2017

Copyright @ 2017 by Instituto Federal do Espírito Santo Depósito legal na Biblioteca Nacional conforme Decreto nº. 1.825 de 20 de dezembro de 1907. O conteúdo dos textos é de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

Observação:  
Material didático público para livre reprodução.  
Material bibliográfico eletrônico e impresso.

(Biblioteca Nilo Peçanha do Instituto Federal do Espírito Santo)

N244e Nascimento, Rafaela Duarte.

A elevada temperatura da sala de aula: uma experiência via modelagem matemática / Rafaela Duarte Nascimento, Luciano Lessa Lorenzoni, Oscar Luiz Teixeira de Rezende. - Vitória: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2017.

32 p. : il. ; 30 cm (Série guias didáticos de matemática ; 42)

ISBN: 978-85-8263-204-8

1. Matemática - Estudo e ensino. 2. Modelos matemáticos. 3. Física – Estudo e ensino. I. Lorenzoni, Luciano Lessa. II. Rezende, Oscar Luiz Teixeira de. III. Instituto Federal do Espírito Santo. IV. Título

CDD: 510.7

## REALIZAÇÃO



**Editora do IFES**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo  
Pró-Reitoria de Extensão e Produção  
Av. Rio Branco, nº 50, Santa Lúcia  
Vitória – Espírito Santo - CEP 29056-255  
Tel. (27) 3227-5564 E-mail: [editoraifes@ifes.edu.br](mailto:editoraifes@ifes.edu.br)

**Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática**

Rua Barão de Mauá, 30 – Jucutuquara  
Sala do Programa Educimat  
Vitória – Espírito Santo – CEP 29040-780

**Comissão Científica**

Dr. Luciano Lessa Lorenzoni  
Dr. Oscar Luiz Teixeira de Rezende  
Dr<sup>a</sup>. Maria Alice Veiga Ferreira de Souza  
Dr<sup>a</sup>. Ozirlei Teresa Marcilino

**Coordenação Editorial**

Maria Alice Veiga Ferreira de Souza  
Sidnei Quezada Meireles Leite

**Revisão**

Rita Lélia Guimarães Granha

**Capa e Editoração Eletrônica****Editoração Eletrônica**

Centro de Referência em Formação e em Educação a Distância (Cefor/IFES)

**Produção e Divulgação Programa**

Educimat, IFES



**Instituto Federal do Espírito Santo**

**Denio Rebello Arantes**

Reitor

**Araceli Verónica Flores Nardy Ribeiro**

Pró-Reitora de Ensino

**Márcio Có**

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

**Renato Tannure Almeida**

Pró-Reitor de Extensão e Produção

**José Lezir**

Pró-Reitor de Administração e Orçamento

**Ademar Manoel Stange**

Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional

**Diretoria do Campus Vitória do IFES**

**Ricardo Paiva**

Diretor Geral do campus Vitória – IFES

**Hudson Luiz Cogo**

Diretor de Ensino

**Viviane Azambuja**

Diretora de Pesquisa e Pós-Graduação

**Sergio Zavaris**

Diretor de Extensão

**Sergio Kill**

Diretor de Administração

## **MINICURRÍCULO DOS AUTORES**

Rafaela Duarte Nascimento - Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo, desenvolve pesquisa em Modelagem Matemática. Licenciada em Física pelo Centro Universitário de Caratinga e Especialista em Docência Superior.

Luciano Lessa Lorenzoni - Bacharel em Matemática e Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), vinculado à Coordenadoria de Matemática e ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática - EDUCIMAT. Participa do Grupo de Estudo e Pesquisa em Modelagem Matemática e Educação Estatística - GEPEME, desenvolvendo pesquisas de Modelagem Matemática na Educação Matemática.

Oscar Luiz Teixeira de Rezende - Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa, Mestre em Informática pela Universidade Federal do Espírito Santo, Bacharel e Licenciado em Matemática pela Universidade Federal de Viçosa. Professor do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Vitória, atuando também no EDUCIMAT - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática do IFES. Participa do Grupo de Estudo e Pesquisa em Modelagem Matemática e Educação Estatística - GEPEME, desenvolvendo pesquisas de Modelagem na Educação Matemática.

*Ao Educimat (IFES), pela oportunidade!*

*Aos meus orientadores, pela paciência e dedicação!*

*Aos familiares e amigos, pelo apoio e amor!*

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1- Ciclo de Modelagem de Blum e Leiß .....  | 14 |
| Figura 2- Reportagens e anotações realizadas pelos alunos .....                          | 18 |
| Figura 3 - Cartaz referente aos conceitos de calor e temperatura.....                    | 20 |
| Figura 4 - Cartaz referente à definição de termômetros e escalas termométricas .....     | 20 |
| Figura 5 - Cartaz referente à transferência de calor.....                                | 21 |
| Figura 6 - Cartaz referente à dilatação dos corpos .....                                 | 21 |
| Figura 7 - Cartaz referente a soluções de como amenizar a temperatura na sala de aula    | 22 |
| Figura 8 - Cartaz referente a soluções .....   | 22 |
| Figura 9 - Cartaz referente à estrutura das escolas .....                                | 23 |
| Figura 10 - Cartaz referente a fatores que influenciam a temperatura na sala de aula ... | 23 |
| Figura 11 - Temperatura na sala de aula.....   | 24 |
| Figura 12 - Abertura na parede do corredor. Solução proposta pelo grupo .....            | 25 |
| Figura 13 - Vantagens do telhado verde.....  | 25 |
| Figura 14 - Desvantagens do telhado verde e custo .....                                  | 26 |
| Figura 15 - Maquete da sala de aula com as intervenções propostas .....                  | 26 |
| Figura 16 - Difusores e custos .....   | 27 |
| Figura 17 - Posicionamento dos ventiladores nas paredes e teto.....                      | 27 |
| Figura 18 - Orçamento dos novos ventiladores .....                                       | 27 |
| Figura 19 - Custo da implantação dos cobogós .....                                       | 27 |



## **LISTA DE QUADROS**

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Sequência das aulas..... | 15 |
|-------------------------------------|----|

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>APRESENTAÇÃO .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>12</b> |
| <b>2 A ATIVIDADE.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>3 DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE .....</b>   | <b>17</b> |
| 3.1 ESCOLHA DO TEMA E ACEITAÇÃO DO CONVITE PARA INVESTIGAR A<br>SITUAÇÃO-PROBLEMA ..... | 17        |
| 3.2 PESQUISANDO E ENTENDENDO O PROBLEMA.....  | 18        |
| 3.3 CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO FÍSICO .....   | 19        |
| 3.4 APRESENTANDO SOLUÇÕES PARA A SITUAÇÃO-PROBLEMA .....                                | 24        |
| <b>4 PARA FINALIZAR .....</b>   | <b>29</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>31</b> |
| <b>SUGESTÕES DE LEITURA DE ATIVIDADES DE MODELAGEM<br/>MATEMÁTICA.....</b>              | <b>32</b> |

## APRESENTAÇÃO

Ao longo dos mais de nove anos de atuação como professora de Física, trabalhei em Instituições de Ensino, tanto no setor público quanto no setor privado. Mas em todas as situações me deparei com problemas comuns que norteiam a disciplina que leciono. Geralmente, os alunos possuem uma visão distorcida da Física, caracterizando-a como um tipo de matemática e, mais preocupantemente, eles não conseguem relacioná-la com o próprio dia a dia, tratando-a como algo desnecessário e não aplicável às suas vidas.

Este material é produto educacional da pesquisa de Mestrado realizada no Programa de Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT) do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), destinado a professores que desejam desenvolver práticas diferenciadas de ensino e aprendizagem voltadas para o conhecimento do conceito de calor e temperatura.

O uso deste guia didático pode estabelecer diversas relações com as informações contidas nele e que podem colaborar nas aulas de Física, facilitando a relação professor-aluno e contribuindo para o ensino e a aprendizagem.

Ao organizar um material resultante de uma investigação com atividade de cunho prático, apoiado e orientado pelos orientadores, nos aproximamos de uma realidade vivida no contexto escolar. Esperamos que o guia didático desperte a reflexão sobre ensino e aprendizagem e desenvolvimento do aluno em todo o processo da atividade. Essas informações podem contribuir nas aulas de Física, além de fornecer sugestões do uso da modelagem matemática. Por isso, é importante ressaltar que a atividade descrita é um exemplo para facilitar a compreensão dessa prática pedagógica e dar apoio ao professor.

Apresento as principais ideias que fundamentaram nosso estudo, seguido da descrição do desenvolvimento da atividade. Também sugiro outras atividades que podem contribuir para a prática docente do professor de Física.

Boa Leitura!

Rafaela Duarte Nascimento

Luciano Lessa Lorenzoni

Oscar Luiz Teixeira de Rezende

## 1 INTRODUÇÃO

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 suas implicações e com o fenômeno que está sendo observado. Isso colabora para que assumam uma atitude passiva no processo de ensino e aprendizagem (APEDOE, 2008).

Assim, uma das estratégias abordadas na literatura como alternativa para tornar o ensino e a aprendizagem interativo e participativo é a aplicação de novas metodologias que possibilitem a construção de processos de investigação interessantes para os alunos e os motive em sala de aula. Na opinião de Barbosa (2004), o uso da modelagem matemática em sala de aula como um ambiente de aprendizagem pode contribuir para isso, pois os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da Matemática, situações relacionadas à realidade.

Acerca de utilizar as situações cotidianas, o professor de Física precisa refletir sua prática e buscar novas metodologias para que o ensino se aproxime mais da realidade do aluno (SOUZA; ESPÍRITO SANTO, 2008).

Barbosa (2001, p 46) considera que a modelagem matemática “é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade”.

Como relata Barbosa (2004), o ambiente de modelagem refere-se ao ato de problematizar e investigar, em que ambas as atividades se articulam no processo de envolvimento dos alunos na atividade proposta. Os alunos utilizam ideias, conceitos e algoritmos da Matemática para abordar uma situação (BARBOSA, 2004), mesmo que não seja um problema da Matemática (BLUM; NISS, 1991).

Considera-se, assim, a modelagem matemática como um ambiente de aprendizagem na qual alunos e professor encontram-se envolvidos e são convidados a solucionar problemas do cotidiano. As aulas de Física se tornam mais interessantes e conduzem os envolvidos a participar da construção do conhecimento.

Quando o aluno percebe o sentido naquilo que estuda, de acordo com suas necessidades e interesses para alcançar seus objetivos, não haverá desinteresse, pois ele trabalha com motivação. Segundo Guimarães (2001), motivação é aquilo que move um indivíduo ou o que

o põe em ação. Nesse sentido, o pesquisador ressalta que uma atividade por ser atraente, interessante, ou até mesmo geradora de alguma satisfação, conduz a pessoa a escolher ou atuar em determinado caminho. Pondera o interesse como fundamental, pois inicia a formação de atitudes, conceitos e práticas sociais em relação à Matemática e colabora para valorizar a atividade e o exercício de suas capacidades.

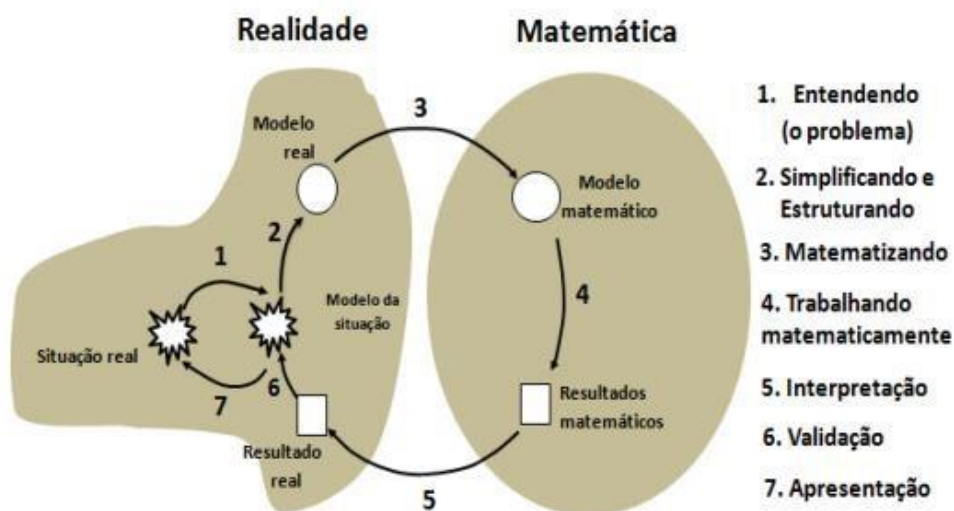
Para Batista e Fusinato (2015, p. 88), “no ensino de Física, a modelagem matemática também instiga os alunos a investigarem problemas físicos que descrevem situações reais, procurando aproximar o conhecimento ensinado na escola do cotidiano do aluno”.

Na opinião de Skovsmose (2001), para o cidadão ter uma formação crítica, é necessário que ele entenda o papel da Matemática na realidade em que vive. Uma situação do cotidiano contribui para a melhoria de um ambiente de aprendizagem no qual “os alunos são convidados a participar” (BARBOSA, 2004). O aluno se identifica com a situação e sua participação na atividade de modelagem se torna efetiva, influenciando todo o processo da compreensão do fenômeno. Além de ser uma estratégia de ensino capaz de reavaliar o “papel do professor no momento em que perde o caráter de detentor e transmissor de saber para ser entendido como aquele que está na condução das atividades, numa posição de participe” (BARBOSA, 1999, p.7).

Almeida e Brito (2005) ressaltam que a atividade de modelagem pode se desenvolver segundo um esquema, um ciclo de modelagem, que caracteriza a investigação de um problema a ser estudado. A literatura tem mostrado algumas representações para realizar a atividade de modelagem matemática por meio de “fases que são relativas aos procedimentos necessários para a configuração, estruturação e resolução de uma situação-problema” (ALMEIDA; BRITO, 2005, p. 15).

Destacam-se as etapas apresentadas para o desenvolvimento da atividade de modelagem matemática conforme o ciclo apresentado por Blum e Leiß (2005) citado por Ferri (2006), como mostra a Figura 1 a seguir.

Figura 1- Ciclo de Modelagem de Blum e Leiß



Fonte: Ferri (2006, p.87)

O primeiro passo é entender a situação real/problema. Os alunos devem pesquisar o tema, coletar todos os dados pertinentes para essa etapa e formular ideias sobre o assunto. Nessa etapa ocorre um primeiro contato direto ou indireto com a situação a ser estudada.

Em seguida, de acordo com o ciclo de modelagem proposto por Blum e Leiß (2005), tem-se a simplificação que, segundo Cifuentes e Negrelli (2012), não significa fazer um recorte elementar da realidade inicial, mas trazê-lo devidamente modificado da realidade utilizando situações limites. E, em conjunto com a simplificação, passa-se à estruturação da problemática com os dados coletados pelos alunos, sendo essa etapa importante para organizar as informações nos cadernos de bordo.

O próximo passo é a matematização, ou seja, a transformação do problema da linguagem natural para a linguagem matemática. Essa linguagem evidencia o problema matemático a ser resolvido, considerando esse processo de transformação, de visualização e de uso de símbolos para realizar descrições matemáticas tendo por base a formulação de hipóteses, seleção de variáveis e simplificações.

A quarta etapa do ciclo de modelagem refere-se a “trabalhando matematicamente”, na qual o aluno é motivado a criar e desenvolver novas ideias para responder às perguntas formuladas sobre o problema.

Nas duas últimas etapas (interpretação e validação), com um modelo já construído e resolvido, os resultados devem ser interpretados e analisados. Na validação ocorre a transição

do mundo da matemática para o mundo real, em que os dados são analisados e adequados à situação-problema.

Selecionou-se o ciclo de etapas metodológicas proposto por Blum e Leiß (2005) para orientar e oportunizar o trabalho durante as etapas das atividades desenvolvidas.

## 2 A ATIVIDADE

O estudo teve como tema motivador uma reflexão referente à elevada temperatura na sala de aula, o qual foi escolhido pelos próprios estudantes, cujo principal objetivo foi criar um ambiente para o conhecimento do conceito de calor e temperatura.

O tema é uma situação concreta no cotidiano dos estudantes e importante do ponto de vista sociopolítico e educacional. Nesse contexto, o aluno é convidado a investigar o problema escolhido, já que a modelagem matemática em uma perspectiva sociocrítica estimula o envolvimento dos alunos com a situação-problema e tomar decisões sobre ele.

Para o desenvolvimento das atividades, os 39 alunos da turma foram divididos em 8 grupos de 5 a 6 alunos para realizar as atividades, de acordo com a afinidade e interesse, não havendo interferência da professora/pesquisadora.

As atividades foram desenvolvidas em 12 aulas de 55 minutos cada. Sintetizamos as aulas em um quadro (Quadro 1), que retrata os momentos referentes às aulas, às ações desenvolvidas durante a atividade de modelagem matemática e à etapa correspondente do ciclo de modelagem proposto por Blum e Leiß (2005), para facilitar o entendimento do leitor em relação ao desenrolar da atividade.

Quadro 1 - Sequência das aulas

| Momentos  | Aula | Ações   | Etapa do Ciclo de Modelagem |
|---|------|---|-----------------------------|
| Escolha do tema e aceitação do convite para investigar a situação-problema. | 1    | Conversa com a turma sobre a escola e os problemas ali enfrentados.<br><br>Propuseram investigar soluções para amenizar a temperatura na sala | Entendendo o problema.      |

|   |                |  |   |
|---|----------------|--|---|
|   |                | <p>de aula.</p> <p>Anotações sobre os fatores que geram a elevada temperatura na sala de aula.</p> <p>Convite para investigar a situação-problema.</p> <p>Aceitação e divisão da turma em grupos.</p>  |   |
| Pesquisando e entendendo o problema.            | 2, 3 e 4       | <p>Pesquisa sobre reportagens relacionadas ao tema.</p> <p>Discussões reflexivas das reportagens entre os integrantes de cada grupo.</p> <p>Apresentação das reportagens para os outros grupos.</p> <p>Reflexão sobre o assunto.</p> <p>Discussão sobre o Projeto de Lei nº 42/2010.</p> | <p>Entendendo o problema.</p> <p>Simplificando e Estruturando</p> |
| Construção dos conceitos físicos.               | 5, 6, 7 e 8    | <p>Elaboração de cartazes sobre conceitos físicos relacionados à temperatura e calor.</p> <p>Apresentação dos cartazes e discussões sobre os temas.</p> <p>Uso do Termo-Higrômetro para medir a temperatura da sala e de outros espaços da escola.</p>                                   | Matematização e trabalhar matematicamente                         |
| Apresentando soluções para a situação-problema. | 9, 10, 11 e 12 | Apresentação dos grupos sobre possíveis soluções para o problema.  | Interpretar, Validar e Apresentar resultados                      |



|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  | Discussões sobre a aplicação das soluções. |  |
|  |  | Aplicação do questionário aos alunos.      |  |

### 3 DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

#### 3.1 ESCOLHA DO TEMA E ACEITAÇÃO DO CONVITE PARA INVESTIGAR A SITUAÇÃO-PROBLEMA

Para escolher o tema e aceitação do convite para investigar a situação-problema foi destinada uma aula de 55 minutos. A atividade começou com uma conversa não direcionada sobre a instituição de ensino. Os alunos abordaram a escola e os problemas ali enfrentados. Durante esse primeiro contato, a resposta imediata de todos a respeito do maior dos problemas foi a temperatura na sala de aula.

- Problema vinculado diretamente com o contexto real.
- Alunos citaram alguns fatores que geram a elevada temperatura, segundo suas experiências, vivências e observações.
- Os alunos levantaram informações importantes a respeito das situações cotidianas em que vivem.
- Os alunos buscaram refletir sobre calor e temperatura e assim expressaram o conhecimento já existente.
- Os alunos se mostram dispostos a investigar e entender o problema e propuseram pesquisar reportagens referentes ao tema.
- A turma foi dividida em grupos.

Professor, o trabalho em grupo contempla uma maior socialização das ideias e reflexões no decorrer da atividade.

### 3.2 PESQUISANDO E ENTENDENDO O PROBLEMA

O momento pesquisando e entendendo o problema foi realizado em três aulas de 55 minutos cada, nas quais todos os 39 alunos estavam presentes. O objetivo dessas aulas foi discutir com os componentes do grupo as reportagens pesquisadas e logo em seguida divulgá-las para o restante da sala. A pesquisa seria feita no laboratório de informática da escola, mas por não possuir computadores suficientes para a quantidade de alunos, as pesquisas foram realizadas fora da escola.

Professor, caso a escola não possua estrutura para a pesquisa das reportagens, auxilie os alunos na realização da atividade extraclasse.

Os alunos se organizaram de acordo com a divisão dos grupos realizada na primeira aula. A partir daí todos os componentes leram as reportagens e anotaram os fatores mais importantes de cada uma, como mostra a Figura 2 a seguir.

Figura 2- Reportagens e anotações realizadas pelos alunos



Fonte: Arquivo da autora, 2015

Após discutir as reportagens, os grupos relacionaram os assuntos abordados nas reportagens com o cotidiano da escola e fizeram uma apresentação oral sobre as mesmas na aula 3.

Os alunos, com a situação a ser investigada já selecionada, procuraram compreender o problema no contexto real, baseados em casos relatados na própria cidade em que vivem e em outros lugares do país.

Na aula 4, um dos grupos apresentou o Projeto de Lei nº 42/2010, que torna obrigatória a climatização das salas de aula em escolas públicas no âmbito do Estado do Espírito Santo.

Professor, propicie sempre que o aluno argumente e se posicione sobre a situação-problema com base nas informações coletadas.

Durante a apresentação das reportagens surgiram algumas dúvidas relacionadas ao tema: se temperatura e calor eram a mesma coisa, como funcionam os termômetros, como acontecia a transferência de calor, o que era dilatação, entre outras.

### 3.3 CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO FÍSICO

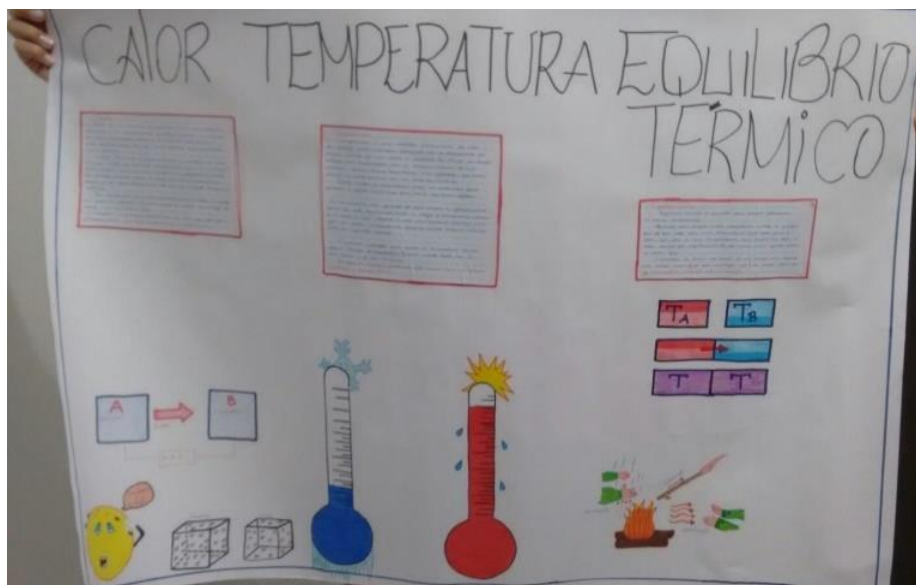
Com essas indagações dos alunos, alguns foram selecionados para pesquisar e expor nas próximas aulas. A intenção foi possibilitar a exploração desses conteúdos e fazer com que os alunos fossem ao encontro do conhecimento físico, o que contribui para compreender a relação do tema com a questão investigada.

Os temas relacionados foram: Temperatura e calor; Termômetros; Transferência de calor: Dilatação dos corpos; Fatores que influenciam a elevada temperatura na sala de aula; Materiais que constituem a estrutura da escola e influência no aumento da temperatura; Recursos que podem ser utilizados para resolver o problema da elevada temperatura na sala de aula.

No momento de decidir a forma de apresentar esses temas, os alunos escolheram a exposição de cartazes ilustrativos para fixá-los na sala de aula.

O primeiro grupo destacou os conceitos de calor e temperatura, como mostra a Figura 3 a seguir.

Figura 3 - Cartaz referente aos conceitos de calor e temperatura



Fonte: Arquivos da autora, 2015

Já na Figura 4, o grupo destacou os termômetros e as escalas termométricas.

Figura 4 - Cartaz referente à definição de termômetros e escalas termométricas



Fonte: Arquivos da autora, 2015

Outro grupo apresentou transferência de calor: radiação, condução e convecção. Na Figura 5 demonstraram por meio de exemplos vividos no dia a dia cada tipo de transferência de calor.

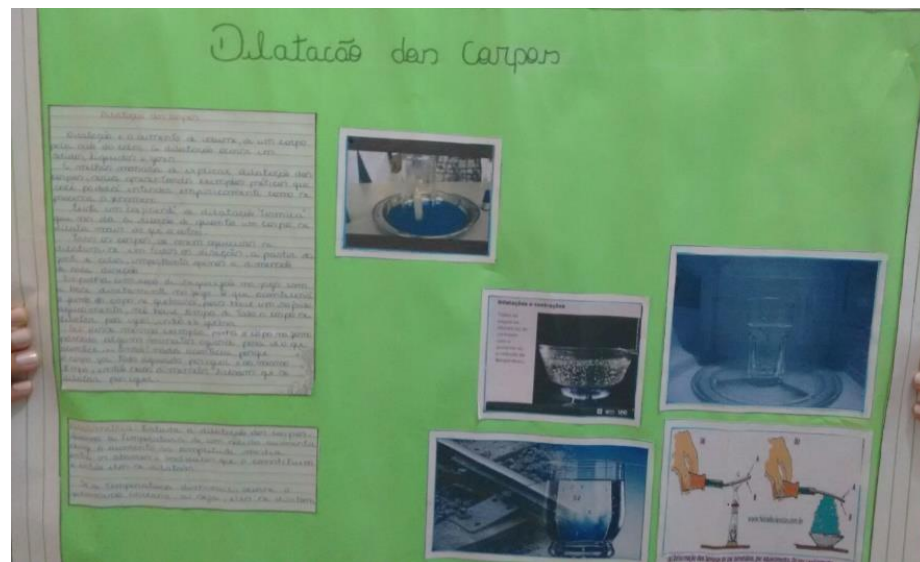
Figura 5 - Cartaz referente à transferência de calor



Fonte: Arquivos da autora, 2015

Nesse cartaz da Figura 6 a seguir, os alunos apresentaram a dilatação dos corpos.

Figura 6 - Cartaz referente à dilatação dos corpos



Fonte: Arquivos da autora, 2015

O próximo grupo trouxe algumas ideias para amenizar a situação da temperatura da sala de aula, como o uso de ventiladores e de aparelho de ar condicionado, destacadas na Figura 7.



# COMO DIMINUIR O CALOR NAS SALAS DE AULA

CLIMATIZAÇÃO

20°

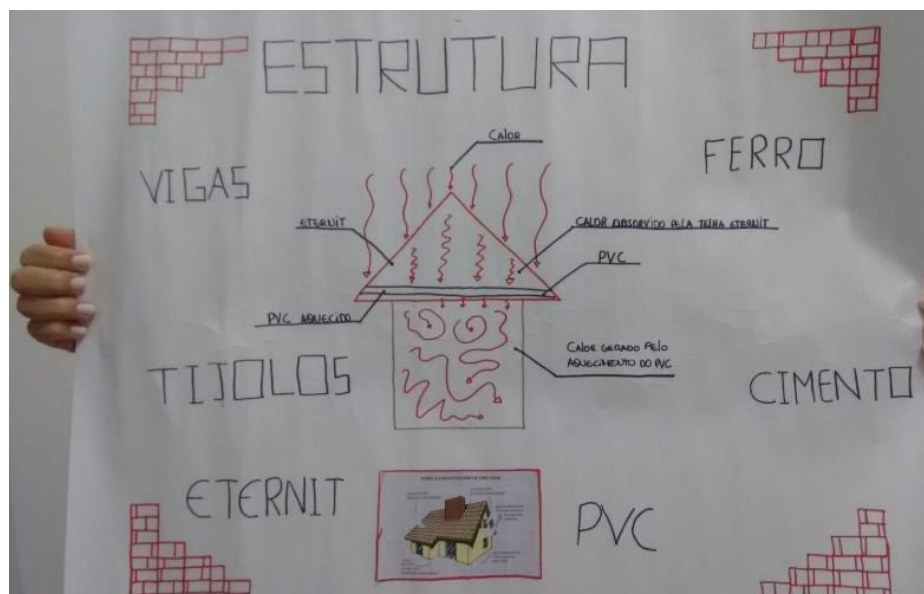
Hand-drawn poster illustrating ways to reduce heat in classrooms. The central theme is "COMO DIMINUIR O CALOR NAS SALAS DE AULA" (How to Reduce Heat in Classrooms). The poster features a central thermometer showing 20°C. To the left, under the heading "CLIMATIZAÇÃO" (Climate Control), are drawings of an air conditioner, a person using a fan, and a tree. To the right are drawings of a person using a fan, a thumbs down gesture, and a person using a fan. The background includes a sun, clouds, and trees.

Na Figura 8, o grupo também apresentou algumas soluções para amenizar a temperatura da sala de aula.

[illegible]

Nas Figuras 9 e 10, os grupos apresentaram a estrutura da escola. Destacaram que é precária e antiga, e que materiais como telhas, tijolos e cimento influenciam na temperatura por absorver calor.

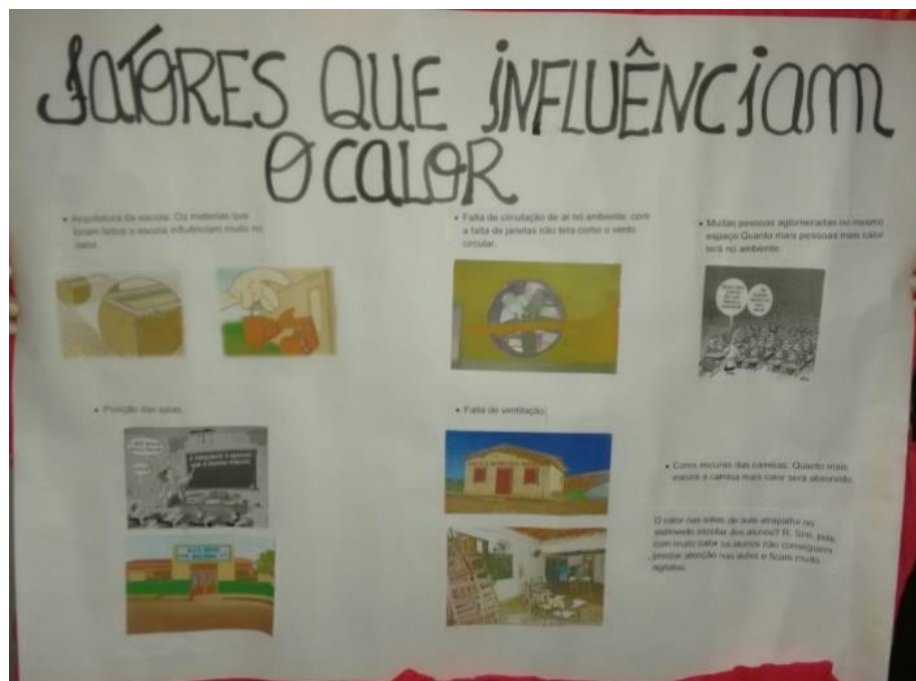
Figura 9 - Cartaz referente à estrutura das escolas



Fonte: Arquivos da autora, 2015

Além dos materiais que constituem a estrutura física da escola, os alunos perceberam que a posição da escola e das construções ao lado prejudica a circulação do ar no ambiente.

Figura 10 - Cartaz referente a fatores que influenciam a temperatura na sala de aula



Fonte: Arquivos da autora, 2015

Após a abordagem dos temas, o Termo-Higrômetro foi apresentado aos alunos, dando oportunidade de eles analisarem seu funcionamento e registrarem as temperaturas. Nesse dia, a temperatura da sala de aula era de 33,2°C, como mostra a Figura 11 a seguir.

Figura 11 - Temperatura na sala de aula



Fonte: Arquivos da autora, 2015

Professor, outras formas de apresentação do tema podem ser exploradas. Como, por exemplo, a projeção de slides e o uso do quadro na sala de aula.

### 3.4 APRESENTANDO SOLUÇÕES PARA A SITUAÇÃO-PROBLEMA

Por meio das reportagens e dos cartazes apresentados, os alunos se familiarizaram com o tema e compreenderam alguns conceitos e fenômenos físicos. Durante o desenvolvimento da atividade questionaram a solução para amenizar o problema.

Com esses questionamentos a sugestão foi que cada grupo pesquisasse uma solução e apresentasse a proposta nas próximas aulas. No tempo restante da aula 9 formaram os grupos, os mesmos grupos das apresentações das reportagens e dos cartazes, e foram traçando ideias para desenvolver suas pesquisas. Eles tiveram quatro semanas para pesquisar e formular soluções.

Para apresentar sua proposta de solução, o grupo 5 trouxe uma maquete da sala de aula e parte da escola, como corredor, escadas e telhado. A sugestão foi fazer um telhado verde e



aumentar a altura da grade na parede do corredor. A Figura 12 retrata a proposta realizada pelo grupo para aumentar a grade na parede do corredor.

Figura 12 - Abertura na parede do corredor. Solução proposta pelo grupo



Fonte: Arquivos da autora, 2015

O grupo 3 também abordou o telhado verde. Apresentaram slides com vantagens e desvantagens, custos da implementação e como deve ser feito o telhado (Figuras 13 e 14).

Figura 13 - Vantagens do telhado verde

### POR QUE SERIA UMA BOA ALTERNATIVA?

✓vantagens do telhado verde

1. diminui a poluição
2. ajuda a combater as ilhas de calor
3. melhora o isolamento térmico da edificação
4. melhora o isolamento ácustico da edificação
5. diminui a possibilidade de enchentes
6. ajuda na diminuição da temperatura
7. reduz o consumo de energia
8. aumento da biodiversidade
9. embeleza a edificação

Fonte: Arquivos da autora, 2015

Figura 14 - Desvantagens do telhado verde e custo

### DESVANTAGENS

- I. Custo de implantação do sistema e sua devida manutenção;
- II. Caso o sistema não seja aplicado de forma correta, pode gerar infiltração de água e umidade dentro do edifício.



### Custo

✓ o telhado verde tem a variação de preço entre R\$100,00 a R\$150,0/m<sup>2</sup>



Fonte: Arquivos da autora, 2015

O grupo 1 apresentou como solução o uso de cobogó (elemento vazado) e ventiladores. Também apresentaram uma maquete da sala de aula (Figura 15) com as intervenções propostas.

Figura 15 - Maquete da sala de aula com as intervenções propostas



Fonte: Arquivos da autora, 2015

O grupo 2 apresentou como solução a ventilação cruzada e o uso de ventiladores. Descreveram como é o processo e o custo para colocar os ventiladores. Além disso, deram algumas dicas de como posicionar os ventiladores. A forma de apresentação foi oral.

O grupo 4 apresentou como solução pintar o telhado de branco e colocar difusores na sala (Figura 16).

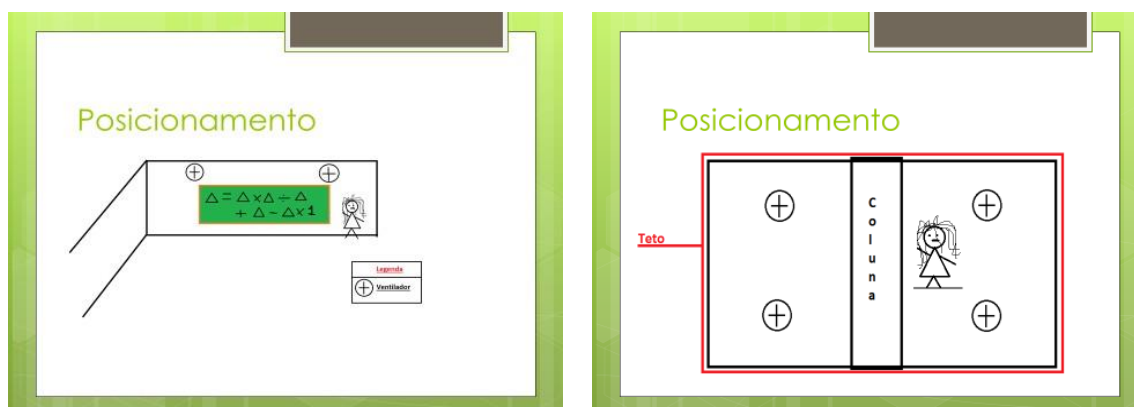
Figura 16 - Difusores e custos



Fonte: Arquivos da autora, 2015

O grupo 6 apresentou uma proposta de posicionar novos ventiladores (Figura 17) e o orçamento para essa solução (Figura 18).

Figura 17 - Posicionamento dos ventiladores nas paredes e teto



Fonte: Arquivos da autora, 2015

Figura 18 - Orçamento dos novos ventiladores

|   |   |
|---|---|
| <h3>Contabilidade</h3> <p>2 Por sala. "mas num era 4" – "poisé Já existem 2 funcionários so trocar de lugar"</p> <p>2 x 149R\$ = 298 R\$</p> <p>Local: Lojas Americanas</p> | <h3>Contabilidade Geral</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>2 Ventiladores de parede 218R\$</li> <li>2 ventiladores de tetos 298R\$</li> <li>Somando... 516R\$</li> </ul> <p>Por Sala</p> |
|---|---|

Fonte: Arquivos da autora, 2015

A proposta do grupo 7 para amenizar a temperatura envolveu o uso do aparelho de ar condicionado, ventiladores e ventilação cruzada, sendo a apresentação feita oralmente.

O grupo 8 também trouxe como solução o uso de cobogós (elementos vazados). Na Figura 19 o grupo mostra o custo dessa implantação.

Figura 19 - Custo da implantação dos cobogós

## CUSTO

- ❖ Um saco de cimento: R\$21,00
- ❖ Um saco de Cal: R\$13,20
- ❖ Dez latas de areia média: R\$35,00
- ❖ Uma lata de tinta(para acabamento): R\$38,00
- ❖ Vinte cobogós 40x40: R\$138,00
- ❖ Mão de obra: R\$450,00 (diária: R\$150,00)

Total: R\$695,20

OBS: Custo para uma área de :3,75x46cm (lado direito)  
3,91x46cm (lado esquerdo)



Fonte: Arquivos da autora, 2015

Professor, no final das apresentações separe um momento para a interação entre os demais alunos com os grupos. A qualidade de comunicação e interação favorece a qualidade de aprendizagem.

As apresentações podem ser feitas para toda a escola, em uma feira de ciências, por exemplo.

Durante o desenvolvimento da atividade de modelagem matemática foram utilizados gravador de áudio e diário de bordo. Para o professor serviu para documentar os alunos, as atitudes deles, os acontecimentos da aula, frustrações e conquistas. Para o aluno permitiu registrar todos os acontecimentos no desenvolvimento das atividades, bem como as informações consideradas relevantes.

#### **4 PARA FINALIZAR**

A proposta é proporcionar e divulgar a possibilidade de um trabalho para ensinar o conceito de calor e temperatura para alunos do Ensino Médio. Para isso, decidimos explorar um cenário para investigação e construir um ambiente de aprendizagem com a modelagem matemática sob a perspectiva sociocrítica.

Professor, a aprendizagem dos conceitos de calor e temperatura foi discutida utilizando como abordagem pedagógica a modelagem matemática na perspectiva sociocrítica, fundamentada nos princípios orientadores da Educação Matemática Crítica. A natureza do objeto de estudo direcionou-nos a oportunizar o envolvimento dos alunos na construção do ambiente de modelagem matemática e contribuiu para uma reflexão crítica sobre o assunto estudado.

Por ser a modelagem matemática na perspectiva sociocrítica um ambiente que permite aos alunos se sentirem motivados e buscarem informações referentes à própria realidade, observou-se que houve uma ruptura na metodologia geralmente utilizada no ensino de Física: definição, exemplos, exercícios e problemas.

A atividade apresentada foi desenvolvida considerando-se a escolha do tema pelos alunos, “a alta temperatura na sala de aula”. Nessa perspectiva, é possível afirmar que situações do cotidiano contribuem para o engajamento dos alunos durante o desenvolvimento da atividade.

Porém, distanciar-se da aula tradicional para uma aula investigativa a princípio causou certa estranheza em alguns alunos. Contudo, logo foi resolvida com a prática e revelou questionamentos importantes e favorecedores da aprendizagem. Os alunos compreenderam a proposta das aulas e a valorizaram no decorrer de todo o trabalho.

Nessa atividade, as ações da turma foram estabelecidas por meio de interações. Os diálogos e discussões exerceram papel importante no desenvolvimento da atividade. Como o papel da professora foi de mediadora, isso estimulou avanços nas interações ao conduzir discussões e oportunizar troca de ideias.

Professor, esperamos que a atividade descrita possa auxiliar a sua experiência com a modelagem matemática e, assim, contribuir para o ensino e a aprendizagem nas aulas de Física.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. W.; BRITO, D. O conceito de função em situações de Modelagem Matemática. **Zetetikê**, v.13, n. 23, p. 63-86, jan/jun, 2005.
- APEDOE, X. S. Engaging Students in Inquiry: Tales From an Undergraduate Geology Laboratory-Based Course. **Science education**, 92: 631-663, 2008.
- BARBOSA, J. C. O que pensam os professores sobre Modelagem Matemática? **Zetetikê**, Campinas, v. 7, n. 11, p. 67-85, jan./jun. 1999.
- \_\_\_\_\_. **Modelagem matemática: Concepções e Experiências de Futuros Professores**. 2001. 253 f. Tese (Doutorado em Geociências e Ciências Exatas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- \_\_\_\_\_. Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como? **Veritati**, Salvador, n. 4, p.7-80, 2. Sem. 2004.
- BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. A utilização da modelagem matemática como encaminhamento metodológico no ensino de Física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 6, p. 86-96, 2015.
- BLUM, W.; LEIß, D. “Filling Up” – the problem of independence-preserving teacher interventions in lessons with demanding modelling tasks. **Paper for the CERME4**, 2005, WG 13 Modelling and Applications, p. 1623-1633.
- 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.
- 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/viiencpec/pdfs/1753.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2015.
- CIFUENTES, J. C.; NEGRELLI, L. G. Uma Interpretação Epistemológica do Processo de Modelagem Matemática: implicações para a Matemática, **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 26, n. 43, ago. 2012, p. 791-815.
- FERRI, R. B. **Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process**. ZDM. Analyses. Germany. V. 38 (2), 2006.
- GUIMARÃES, S. É. R., **Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula**. Contribuições da psicologia contemporânea. Petrópolis: Vozes, 2001. p.37-57.
- SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. São Paulo: Papirus, 2001. 160 p.
- SOUZA, E. S. R.; ESPÍRITO SANTO, A. O. A modelagem matemática como metodologia para o ensino-aprendizagem de Física. In: **Anais do VI Encontro Paraense de Educação Matemática**, Pará, 3 a 5 de set. 2008.

## **SUGESTÕES DE LEITURA DE ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA**

**CALLONI, J. G. A física dos movimentos analisada a partir de vídeos do cotidiano do aluno: uma proposta para a oitava série**, 2010. 76 f. Dissertação (Instituto de Física da UFRGS) – Universidade Federal do rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

**COELHO, R. O. O uso da informática no ensino de Física de nível médio**, 2002. 101f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2002.

**COUTO, F. P. Atividades experimentais em aulas de Física: repercussões na motivação dos estudantes, na dialogia e nos processos de modelagem**. 2009. 155 f. Dissertação (Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

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

**MATTÉ, I. Modelagem Matemática e sensores de temperatura em uma escola técnica do Rio Grande do Sul**. 2013. 160 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ensino de Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – Rio Grande do Sul, 2013.

**SILVA, E. F. da. Os livros didáticos de Física no ensino médio: com a palavra os alunos**. 2013. 183 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

**VIEIRA, A. S. Uma alternativa didática às aulas tradicionais: o engajamento interativo obtido por meio do uso do método Peer Instruction (Instrução pelos Colegas)**. 2014. 235 f. Dissertação (Curso de Pós-Graduação em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.





PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA  
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – CAMPUS VITÓRIA

Agência Brasileira do ISBN



9

788582

632048

ISBN: 978-85-8263-204-8