



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
FACULDADE DE FÍSICA

**LEONARDO BATISTA PAIXÃO FERREIRA**

**A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA PARA O ENSINO FÍSICA**

Belém-Pará  
2019

**LEONARDO BATISTA PAIXÃO FERREIRA**

**A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA PARA O ENSINO DE  
FÍSICA**

Monografia apresentado a Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do grau de Licenciado e Física.

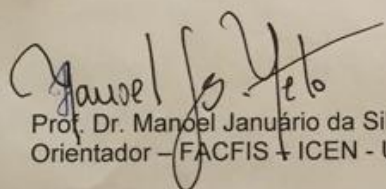
Orientador: Prof. Dr. Manoel J. S. Neto

Belém-Pará  
2019

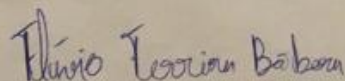
LEONARDO BATISTA PAIXÃO FERREIRA

**" A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA PARA O ENSINO DE FÍSICA "**

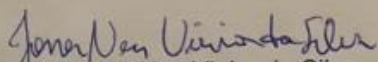
Monografia apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Licenciado Pleno em Física pela Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal Pará, submetida à apreciação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto  
Orientador – FACFIS + ICEN - UFPA



Prof. MSc. Flávio Ferreira Barbosa  
Examinador Externo – Ensino médio

  
Prof. Jorner Ney Vieira da Silva  
Examinador - MNPEF

Belém, 13 de dezembro de 2019

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus e a minha família em especial aos meus pais Eliomar Paixão Ferreira e Janaína Maia Batista que estiveram me apoiando durante toda a minha vida a ser uma pessoa melhor, ir atrás dos meus objetivos e cumprir minhas metas.

À minha namorada Manoela Corrêa que na data da defesa desse trabalho completa dois anos ao meu lado me incentivando a crescer na vida de todas as formas possíveis e caminhando comigo nos momentos bons e difíceis.

Ao meu orientador prof. Dr. Manoel Neto, por me aceitar como seu orientando e por contribuir para a entrega deste presente trabalho de conclusão de curso e pela paciência durante o desenvolvimento.

Aos meus amigos que fiz durante o curso de graduação que tiveram contato diário comigo: Elaine Palheta, Emerson Lacerda, João Gabriel, Lucas Caramês, Matheus Carvalho, Rômulo Cardoso e Victor Mardock.

Finalmente gostaria de agradecer a outros amigos importantes que conheci ao longo de minha vida: Diego Barros, Gustavo Avelar, Jose Luiz e Ramon Cardoso.

Por fim e não menos importante agradeço a Banca examinadora que se dispôs a presenciar e avaliar meu trabalho.

*“O homem não teria alcançado o possível se,  
repetidas vezes, não tivesse tentado o  
impossível”.*

(Max Weber)

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar a modelagem matemática como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem interdisciplinar, relacionando-a com a experimentação no ensino de física que teve sua aplicabilidade em uma turma do terceiro ano de uma escola localizada na Região Metropolitana de Belém. Ao decorrer da pesquisa é possível constatar que durante o processo de graduação dos futuros professores de física, a utilização de estratégias didáticas diferenciadas foi deixada em segundo plano para priorizar a uma metodologia tradicionalista de ensino. Esta conjuntura pode ser interpretada como a causa da baixa produtividade dos alunos de ensino médio, sendo uma situação preocupante que requer solução. Porquanto, com baseamento em relatos de estudantes, fez-se possível identificar que a dificuldade apresentada na compreensão da física é consequência principalmente da “matematização” do assunto, ou seja, abordar a física somente pela utilização exacerbada de formulas numéricas sem associá-las aos conceitos. Desta maneira, foi-se apresentado um referencial teórico com base nas pesquisas realizados por Bassenezi (2010), Barbosa (2001), D’Ambrósio (1986), Edwards e Hamson (1990), Kaiser e Sriraman (2006), Rosito (2003) entre outros, visando demonstrar as inúmeras aplicabilidades tanto da modelagem matemática quanto da experimentação no ensino de física. Em vista disso, deu-se de suma relevância expor trabalhos acadêmicos que abordam a modelagem matemática e também, demonstrar sua aplicabilidade em sala de aula. Através da análise dos dados obtidos e o relato da experiência durante o processo de desenvolvimento de experimentação no ensino de física, os resultados da utilização da modelagem matemática mostraram aceitação por educadores e estudantes, o que permite concluir que esta ferramenta de ensino-aprendizagem é eficiente e possui aplicabilidade viável.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática, Ensino de Física, Experimentação.

## ABSTRACT

This work has as objective to present the mathematical modeling as a tool in the interdisciplinary teaching-learning process, relating it with the experimentation in physics teaching, which have been applied on a third year high school class of a school located in the metropolitan region of Belém city. Along the research it can be noted that during the process of future e physics teacher graduation, the use of different didactic strategies was left in a second plan to prioritize to a traditional methodology of teaching. This background can be interpreted as the cause of low productivity by the students of high school, which is a preoccupant situation that needs solution. Due to this, based on students' reports, it can be identified that the difficulty presented on the comprehension is consequence principally of "mathematization" of the contents, in other words, approaching physics by the excessive use of numerical formulas without association with concepts. Then, it is presented a theoretical reference based on the researches promoted by Bassenezi (2010), Barbosa (2001), D'Ambrósio (1986), Edwards e Hamson (1990), Kaiser e Sriraman (2006), Rosito (2003), among others, in the aim to demonstrate the main application of mathematical modeling and experimentation on physics teaching. Because of this, it is important to expose academic works that approach the mathematical modeling and also demonstrate its application in class. Through the analyses of data obtained and the report of experience during the process of development of experimentation in physics teaching, the results of mathematical modeling's utilization have presented acceptance by teachers and students, which can be conclude that this teaching-learning tool is efficient and has applicability viable.

**Keywords:** Mathematical modeling, Physics teaching and Experimentation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema representando a modelagem matemática, adaptado de Edwards e Hamson(1990)	22
Figura 2-	Reconstituição do Plano inclinado de Galileu	53
Figura 3 -	Sino de trilho, com um pêndulo, que registra a passagem da esfera no plano	55
Figura 4-	Desenho original de Galileu do experimento do plano inclinado	54
Figura 5-	Estudantes da escola, após a aplicação dos questionários e a experimentação com o plano inclinado Representação geométrica do plano inclinado de Galileu	57

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - PERSPECTIVAS DE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	18
Quadro 2 - Distribuição de Dissertações sobre Modelagem Matemática nos estados da Região Sul	26
Quadro 3 - Total de dissertações e teses por instituições de ensino	34

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Você gosta de estudar física?	45
Gráfico 2 -	Quando você compreende algum assunto relacionado à física, isso deixa você animado?	46
Gráfico 3 -	Você alguma vez participou de uma aula prática de física?	47
Gráfico 4 -	Você acha que uma aula experimental ajudaria na compreensão da física?	48
Gráfico 5 -	Quanto a matemática aplicada a física, o que mais atrapalha seu estudo?	49
Gráfico 6 -	Quando um assunto de física não tem equações você costuma ter um melhor desempenho?	50
Gráfico 7 -	Você acha que, se no lugar da aula tradicional (aula puramente expositiva) houvesse um método de aprendizagem onde você em conjunto do professor iria tentar desenvolver os conceitos físicos por meio de observações experimentais, criando hipóteses para então chegar a uma conclusão do assunto, seria melhor?	51
Gráfico 8 -	Você consegue explicar como é o movimento das cargas elétricas em um condutor e a razão disso acontecer?	52
Gráfico 9 -	Você consegue citar o enunciado de Clausius para a 2ª lei da termodinâmica?	53

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 -	Relação do professor e do aluno no caso da modelagem	20
Tabela 2 -	trabalhos desenvolvidos por Gavanski (1995) e Almeida (2009)	32

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO II – Fundamentação Teórica .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1. Modelagem Matemática.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2. Experimentação no Ensino de Física .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO III – A Importância de Trabalhos Acadêmicos sobre Modelagem Matemática.....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO IV – Aplicação da Modelagem Matemática em Sala de aula .....</b>	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO V – Análise de Dados e Relato da Experiência .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1. Relato da Experiência e análise dos dados.....</b>	<b>43</b>
<b>5.2. Escolha da Turma.....</b>	<b>43</b>
<b>5.3. Escolha do Tema.....</b>	<b>43</b>
<b>5.4. Análise dos Dados Obtidos.....</b>	<b>45</b>
<b>5.5. Experimentação e o Segundo Questionário.....</b>	<b>52</b>
<b>5.6. Aplicação da modelagem matemática.....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO VI – Conclusões e Perspectivas .....</b>	<b>58</b>
<b>CAPÍTULO VII – Referências .....</b>	<b>59</b>

## **CAPÍTULO I - Introdução**

A física é uma das formas de conhecimento desenvolvida pelo homem que estuda os fenômenos da natureza. À medida que os estudos a respeito da ciência se fortaleceram, alguns desses fenômenos naturais passaram a ser previstos por meio de observação, formulação de hipóteses, experimentação, medição, estabelecimento de relações, e teorias científicas (Moreira e Ostermann, 1993). À vista disso, é trabalhada a verificação dos fatos. Antes que uma lei física seja estabelecida ela é testada experimentalmente (quando possível) com disposição de verificar se esta lei é válida em todos os aspectos que ela aparenta ter. Por exemplo, quando uma maçã que estava inicialmente a uma altura em relação ao solo se desprende de um galho que a sustenta e cai em queda livre, estará sujeita a aceleração da gravidade local. Esse simples fenômeno, se analisado com cuidado e repetidamente pode ser um objeto de estudo para determinação de tempo de queda e velocidade atingida ao tocar no solo por meio de equações matemáticas. Essas representações matemáticas são, na verdade, modelos da realidade que construímos para interpretar, conhecer e agir sobre o fenômeno (BATISTA.M.C.;FUSINATO.P.A, 2015 ).

Tendo em vista que a física é uma ciência da natureza ela deve ser estudada tanto de forma teórica, bem como experimental, principalmente quando acontecer em ambiente de espaço formal de ensino básico, para que o fenômeno físico seja observado pelo aluno e obtenha a compreensão, ou melhor, a fim de testar experiência, o fenômeno físico deve ser preparado pelo educando, à vista disso ele passa a realizar a atividade e isso aumenta sua interatividade e incentiva sua participação. É claro que existem fenômenos difíceis de serem representados em sala de aula ou até mesmo em laboratórios, considerando suas estruturas, e é nesse momento que são estudados modelos análogos ao que desejava. Entretanto existe uma gama de experimentos de baixo custo e simples de serem realizados onde é possível explorar diversos conhecimentos físicos, como por exemplo, é realizado no Laboratório de Demonstrações (LABDEMON) e no Museu Interativo de Física (MINF) da Universidade Federal do Pará (UFPA) que são centros de ciências que utilizam da interatividade com experimentos de baixo custo e industrializado, como uma ferramenta metodológica no processo de ensino-aprendizagem para melhorar o entendimento de assuntos que são considerados complicados por alguns estudantes do ensino básico, assim como, para a sociedade em geral, e fazendo difusão e popularização de ciência e tecnologia, e igualmente, seu desenvolvimento histórico-cultural na região amazônica brasileira. (CALDAS, J. 2015)

Sabe-se que a física e a matemática são ramos do conhecimento que estão relacionadas diretamente como demonstra Pietrocola (2002). Com a aplicação da modelagem matemática

em sala de aula é uma metodologia de ensino-aprendizagem diferenciada, se comprovando mais eficiente para a assimilação de assuntos que são considerados difíceis pelos estudantes, porquanto, aproxima a vivência real do aluno ao ensino formal aplicado nas escolas. No ensino de física a relação entre o fenômeno físico e o modelo matemático é apresentada de forma desarticulada (CAMPOS e ARAUJO, 2009). Isto posto, intensificando a dificuldade ou, até mesmo, uma impossibilidade de o aluno relacionar a teoria observada em sala com a realidade de sua vivência, implicando diretamente, desse modo, a percepção do conteúdo pelo insucesso do processo, o qual compreende uma série de analogias e inferências necessárias à abstração das leis científicas. Desta maneira, se não é capaz de compreender a teoria, o aluno não reconhece o conhecimento científico em situações cotidianas (SERAFIM, 2001). A compreensão do conhecimento científico está na assimilação da realidade a contar com modelo pedagógico para o entendimento do fenômeno relacionado no seu cotidiano (CALDAS, J. 2015). Durante o tempo que as atividades experimentais são introduzidas no ensino, em geral se limitam às demonstrações conduzidas pelos professores, sem pretensão de que sejam feitas medidas ou estabelecidas relações entre as grandezas (CAMPOS, 2015). De maneira universal, somos capazes de dizer que a Modelagem Matemática está associada ao estudo de situações-problema com enfoque na construção de modelos matemáticos (BIEMBENGUT, 2009), à vista disso, basedando em atividades experimentais no ensino de física.

No método de ensino-aprendizagem de física e matemática são evidentes as dificuldades para a compreensão desses assuntos que são considerados difíceis por parte de estudantes do ensino básico no País, desse modo, alguns pesquisadores vêm discutindo a problemática sob várias perspectivas, principalmente, no que tange o modo que os educadores conduzem a base do ensino formal, apresentando como objetivo que o aluno obtenha uma formação educacional para a “autonomia crítica”, como propõe as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006, p. 46). Em vista disso, o desenvolvimento de metodologia pedagógica de ensino-aprendizagem eficaz é de fundamental importância para estimular o interesse dos educandos, e conjuntamente para fazer com que eles adquiram motivação para compreender essas matérias.

Neste trabalho, introduziram-se abordagens metodológicas de ensino-aprendizagem como um meio de melhorar a compreensão dos conteúdos propostos pelo ensino formal: a interatividade com experimentos de física de baixo custo e a modelagem matemática. Identificando essas relações entre as propostas de Modelagem Matemática apresentadas por Barbosa (2001, 2004a e 2004b) e de Experimentação em Ensino de Física defendida por

Ribeiro et al. (1997), uma vez que, as duas metodologias desejam que os alunos melhorem a compreensão no processo de construção do conhecimento.

Em sentido da aplicabilidade desse trabalho, foi selecionada uma turma de terceiro ano do ensino médio de uma rede ensino básico localizado na região metropolitana de Belém, a partir de uma pesquisa realizada na escola, a respeito escolha vocacional dos estudantes. Nessa conformidade, um dos critérios escolhidos para seleção da turma foi a que mais compunha alunos que gostariam de fazer cursos de licenciatura em seu ensino superior. E também que diz respeito à turma escolhida para a aplicação do trabalho, foi levado em consideração que os alunos já haviam estudado uma quantidade considerável de assuntos relacionados a matemática e a física, e estavam abordando conceitos relacionados ao experimento aplicado na sala de aula, que poderia facilitar no reconhecimento dos assuntos e diminuir a distancia entre os conhecimentos, mencionado anteriormente. Além do mais, objetivando que os futuros profissionais da área tenham a percepção da necessidade de permitir a interdisciplinaridade entre áreas do conhecimento.

À vista disso, é conhecido que as práticas experimentais precisam ser aplicadas como uma metodologia de ensino-aprendizagem, como problemas relacionados ao cotidiano dos estudantes, associados a conceitos teóricos e interatividade com experimentos. Segundo Burak (2004), em atividades de Modelagem Matemática o processo de ensino-aprendizagem é compartilhado com os alunos e, de modo geral, a motivação advém do interesse pelo tema, decorrendo daí alguns aspectos importantes a destacar: maior motivação do grupo; interação no processo de ensino-aprendizagem; forma diferenciada de conceber a educação; a aplicação do conhecimento relacionado ao cotidiano do cidadão. Possuindo como objetivo a aplicação da modelagem matemática numa aula de física para inserir a construção do conhecimento científico através da articulação entre experimentação e a teoria (BATISTA.M.C.;FUSINATO.P.A, 2015 ).

## Capítulo II – Fundamentação Teórica

A utilização de instrumentos que progridam o ensino-aprendizagem está em voga e vêm sendo aprimorado, do mesmo modo, se diversificando durante o tempo, nessa conformidade, exibindo inúmeras renovações. Isto é, devido ao constante interesse por parte de pesquisadores e profissionais da área da educação em difundir a melhoria do conhecimento científico em salas do ensino básico do País. Os objetivos alcançados por esses profissionais apoiados em técnicas metodológicas têm se apresentado revolucionário a cada aplicação realizada, oferecendo cada vez mais espaço a uma metodologia que seja considerada eficaz para a compreensão do conhecimento científico da sociedade de forma geral, se tornando algo mais viável de se aplicar em sala de aula. Em contrapartida, as concepções de aprendizagem científica passam por um movimento preservacionista no ensino básico do Brasil, devido a forma de ingresso no ensino superior que tem tido enfoque em provas teóricas, que intensifica o desinteresse em aplicar uma metodologia experimental para que os alunos tenham uma maior compreensão dos conteúdos ministrados em sala de aula.

Neste caso, abordamos a utilização da modelagem matemática em sala de aula associada à prática experimental, com o objetivo, de expor a importância de utilizar uma metodologia de interatividade científica no ensino para a construção da autonomia crítica citada anteriormente, com base em pesquisadores especialistas da área. Desse modo, é válido frisar que existem inúmeras maneiras de se aplicar a modelagem matemática associada às práticas pedagógicas, ademais, semelhantes as utilizadas nesse trabalho, não obstante, o interesse principal desse trabalho é desenvolver atividades que proporcionem a autonomia educacional dos estudantes.

### 2.1. Modelagem matemática

A compreensão do conhecimento científico está na construção de modelos que viabilizem a relação entre a realidade e fenômenos naturais, sendo um processo de representar a natureza, e está submetido à reformulação. Assim sendo, inúmeros autores buscam ampliar estes modelos para que a ciência seja demonstrada de forma simplificada para o educando. Para Bassenezi (2010, p.19)

*“A ambiguidade do termo modelo, usada nas mais diversas situações, nos leva a considerar aqui apenas o que concerne a representação de um sistema [...], em que, chamaremos simplesmente de Modelagem Matemática um conjunto de*

*símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado” Bassenezi (2010, p.19).*

Kaiser e Sriraman (2006) classificam a modelagem matemática conforme os interesses de estudo, aplicabilidade, 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 nesse relato foi utilizada a perspectiva educacional, que visa estruturar o ensino-aprendizagem de conteúdos matemáticos. Para demonstrar as diferentes formas de aplicação, o quadro 1 resume as perspectivas das autoras e foi retirado de Kaiser e Sriraman (2006, p. 304)

<b>PERSPECTIVAS DE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA</b>			
<b>Perspectiva</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Relações com perspectivas anteriores</b>	<b>Fundamentos</b>
<b>Modelagem realista ou Aplicada</b>	Objetivos Pragmático-utilitaristas, isto é: buscam resolução de problemas do mundo real, a compreensão do mundo real e a promoção de competências de modelagem.	Perspectiva Pragmática de Polak	Pragmatismo anglo-saxão e Matemática Aplicada
<b>Modelagem Contextual</b>	Assuntos relacionados e objetivos psicológicos, buscando resolver problemas Escritos.	Abordagens dos processos de informação que Conduzem a abordagens sistêmicas.	Debate Americano sobre a resolução de problemas, bem como práticas escolares cotidianas e experiências psicológicas de laboratório.

<b>Modelagem Matemática Educacional,</b> diferenciada em: a) <b>Modelagem Didática</b> b) <b>Modelagem Conceitual</b>	Objetivos Pedagógicos e assuntos relacionados: a) Estruturação e promoção dos processos de aprendizagem b) Introdução e desenvolvimento de conceitos	Perspectivas que integram (Blum, Niss) e desenvolviment o de abordagens científicohumanistas	Teorias didáticas e teorias de aprendizagem
<b>Modelagem sócio-crítica</b>	Objetivos pedagógicos, tais como compreensão crítica do mundo circundante	Perspectiva Emancipatória	Abordagens sócio-críticas e sociologia política
<b>Epistemológica</b> ou Modelagem teórica	Visa o desenvolvimento da teoria interna de Modelagem	Perspectiva Científicohumanística do "primeiro" Freudenthal	Epistemologia romana

**Quadro 1:** Perspectivas de Modelagem Matemática na Educação Matemática. Fonte: Adaptado de Kaiser e Sriraman (2006, p. 304).

Segundo Barbosa (2001) com base na elucidação de ambiente de aprendizagem desenvolvida por Skovsmose (2000) elaborou a explicação de modelagem matemática como um modelo de ensino-aprendizagem no qual os estudantes investigam, com sustentáculo na matemática, acontecimentos advindos do cotidiano, assim, os tópicos matemáticos ensinados na escola devem ser aqueles que são úteis para sociedade. Assim a modelagem matemática está no processo de apresentação do mundo. Ainda citando o autor, que classifica a modelagem matemática em três casos.

*No caso 1, o professor apresenta um problema, devidamente relatado, com os dados qualitativos e quantitativos, cabendo aos alunos à investigação. Já no caso 2, os alunos deparam-se apenas com o problema para investigar, mas tem que sair da*

*sala de aula para coletar dados. Ao professor, cabe apenas a tarefa de formular o problema inicial. E, por fim, no caso 3, trata-se de projetos desenvolvidos a partir de temas 'não-matemáticos', que podem ser escolhidos pelo professor ou pelos alunos. Aqui, a formulação do problema, a coleta dos dados e a resolução são tarefas dos alunos (BARBOSA, 2004a, p. 5-6)*

Desse modo, a **tabela 1** a seguir e apresentada por Barbosa (2001), mostra a interação do educador e do educando na modelagem matemática.

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Elaboração da situação problema	Professor	Professor	Professor/aluno
Simplificação	Professor	Professor/aluno	Professor/aluno
Dados qualitativos e quantitativos	Professor	Professor/aluno	Professor/aluno
Resolução	Professor/aluno	Professor/aluno	Professor/aluno

Tabela 1: relação do professor e do aluno no caso da modelagem.

Com o advento dessas bases teóricas e da tabela representada por Barbosa, foi analisado que a melhor maneira de se inserir a modelagem matemática com a experimentação, seria no terceiro caso, visto que, a participação do professor e do aluno é ativa em todas as etapas da atividade, por conseguinte, para que haja a supervisão do professor em toda a interatividade, não obstante, de modo que não interfira na investigação científica.

De maneira que, a percepção da modelagem matemática de cada autor é com suporte na sua aplicabilidade nos fenômenos científicos, conforme Malheiros (2004) resolver problemas da realidade, ou de outras áreas do conhecimento, utilizando como ferramenta a Matemática.

Para Bassanezi (2015), a Modelagem Matemática é uma metodologia utilizada para obtermos explicação ou entendimento de determinadas situações reais. De acordo com D'Ambrósio (1986) a modelagem é uma técnica eficiente de visualizar acontecimentos e promover a resolução satisfatória de uma problemática existente e não somente um pseudo-problema.

Em vista disso, para D'Ambrósio o ensino de matemática com o alicerce em problemas inexistentes é uma concepção tradicionalista que necessita ser esquecida, uma vez

que, estão seria mais viável para a compreensão do assunto a utilização de questões reais, vistas no cotidiano.

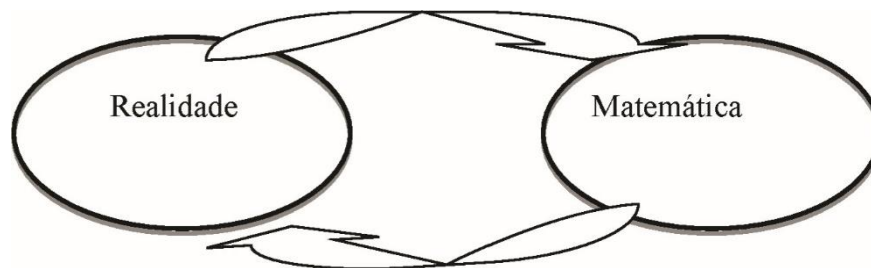
Em tal caso, utilizar parte do conhecimento de ciências naturais (Física) para estabelecer a relação matemática. Segundo Greca e Santos (2005) se faz possível para compreender os fenômenos físicos, bem como suas leis, sendo necessário a construir conceitos que expliquem a natureza ao redor com um embasamento teórico considerável para aprimorar o entendimento de situações-problemas, a fim de melhorar também a compressão do Universo, de acordo com Chevallard (2001, p.50)

*“Um aspecto essencial da atividade matemática consiste em construir um modelo (matemático) da realidade que queremos estudar, trabalhar com tal modelo e interpretar os resultados obtidos nesse trabalho, para responder as questões inicialmente apresentadas. Grande parte da atividade matemática pode ser identificada, portanto, com uma atividade de Modelagem Matemática”.*  
(Chevallard, 2001, p.50)

Dessa forma, utilizando a matemática como a linguagem que expliquem a existência desses fenômenos, usando um conjunto de símbolos e relações matemáticas para traduzir um fenômeno ou um problema na vivencia do aluno, por conseguinte, aplicando um modelo matemático (Biembengut e Hein, 2003), como constatam Veit e Teodoro (2002)

*Um modelo matemático, que é uma forma específica de representação, se vale de objetos matemáticos, como são as funções, os vetores, as figuras geométricas. De particular interesse em Física são os modelos de sistemas dinâmicos, isto é, modelos que estabelecem alguma relação matemática entre quantidades físicas e o tempo, considerado como uma variável independente. (VEIT E TEODORO, 2002, p.3)*

A Física é considerada por grande parte dos estudantes uma disciplina difícil, a vista disso, sua aplicabilidade é demonstrada com um número exacerbado de fórmulas, que em sua grande parte, não tem aplicação no cotiadio do aluno. Desse modo, a modelagem matemática procura desmistificar este conceito, dado que, possibilita uma melhor compreensão dos conteúdos, viabilizando a construção de relações. Exemplo disso é o diagrama proposto por Edwards e Hamson (1990). O modelo de ensino-aprendizagem da modelagem matemática exhibe a existência de varias perspectivas de visualizar a ciência.



**Figura 1.** Esquema representando a modelagem matemática, adaptado de Edwards e Hamson(1990)

A aplicação de modelo matemático como um instrumento metodológico de ensino-aprendizagem que demonstre a relação entre a teoria e prática parece ser amplamente reforçada por professores de ciências e matemática (BORBA, SKOVSMOSE, 1997; MALCOLM, 2007). Completando essa perspectiva, Borba e Skovsmose (1997) reforçam que a matemática como um instrumento inquestionável, todavia, são empregados como uma configuração de comunicação para demonstrar a realidade.

## 2.2. A Experimentação no Ensino de Física

Considerando a ausência infraestrutura laboratorial no que diz respeito a física e equipamentos de experimentação são obstáculos para essa atividade, da mesma maneira que, o número excessivo de alunos que compõem uma sala de aula no Brasil que só se eleva no que tange o ensino público. Não obstante, até este momento é válido salientar que a falta de clareza a respeito de fenômenos experimentais na melhoria da aprendizagem do aluno é elevada.

De acordo com Cañal et al.(1997), a investigação experimental possui como finalidade incorporar o aluno como sujeito do ensino-aprendizagem, sendo capaz de buscar a construção de um conhecimento a partir de seus interesses. Em vista disso, concebendo com que a atividade experimental seja agradável para o aluno compreender assuntos que são considerados difíceis, no entanto, de maneira autônoma. Nessa perspectiva, Cañal (2007, p.10) também exhibe.

*“En realidad, las propuestas actuales sobre la investigación escolar se apoyan básicamente en algo tan sencillo y obvio, en principio, como es que los procesos indagadores están presentes en todas las personas a lo largo de toda su vida y constituyen un rasgo biológico de gran importancia adaptativa en nuestra especie”. Cañal (2007, p.10)*

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006) as atividades experimentais necessitam ter origem em uma adversidade, com uma questão a ser respondida.

Compete ao professor orientar os alunos na procura de explicação. As questões observadas têm de propiciar oportunidade que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, estruturem os resultados obtidos, raciocinem sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados e empreguem as conclusões para a construção do conceito pretendido.

Da mesma forma, as praticas experimentais necessitam ser aplicada de acordo com os níveis de instrução dos estudantes, com finalidade de aconteça a reflexão dos conceitos e similarmente a contextualização, para aprimorar o entendimento do conhecimento.

Com esse objeto Batista (2009), fortifica que o educador tem de orientar as atividades experimentais, necessitando, desse modo, inserir a problematização dessa ferramenta metodológica, com o propósito de conquistar a participação do aluno, compondo-se como um auxiliador com a intençação, para que os alunos percebam a relevância da aplicação de determinado desempenho experimental.

Seguindo essa linha de pensamento BATISTA afirma:

*“A experimentação no ensino de Física não resume todo o processo investigativo no qual o aluno está envolvido na formação e desenvolvimento de conceitos científicos. Há de se considerar também que o processo de aprendizagem dos conhecimentos científicos é bastante complexo e envolve múltiplas dimensões, exigindo que o trabalho investigativo do aluno assuma várias formas que possibilitem o desencadeamento de distintas ações cognitivas, tais como: manipulação de materiais, questionamento, direito ao tateamento e ao erro, observação, expressão e comunicação, verificação das hipóteses levantadas. Podemos dizer que esse também é um trabalho de análise e de síntese, sem esquecer a imaginação e o encantamento inerentes às atividades investigativas” (Batista, 2009, p.43-49)*

De acordo com Rosito (2003), o exercício experimental não só minimiza o afastamento com a associação entre os conteúdos, não obstante, do mesmo modo possibilitam a aproximação da conexão entre educador e educando.

Outro fator exposto por Gonçalves (2006) que é de grande importância frizar a vantagem de efetuar uma atividade experimental, que faz com que haja uma discussão da ciência que está nela envolvida e exemplificar como ela está presente no cotidiano do aluno, permitindo a existência de uma ponte que relacione o conhecimento científico com a realidade que o aluno está inserido.

Ademais, o ensino de ciências sem uma ferramenta experimental para o desenvolvimento de conceitos teóricos é capaz de transformar em algo que seja considerado de um nível de conhecimento altamente abstrado, proposto apenas com formulas, teorias, leis e funções se tornando cada vez mais distante do estudante de compreender a sua aplicação em sua realidade.

*(...) é necessário que procuremos criar oportunidades para que o ensino experimental e o ensino teórico se efetuem em concordância, permitindo ao estudante integrar conhecimento prático e conhecimento teórico. Descartar a possibilidade de que os laboratórios têm um papel importante no ensino de ciências significa destruir o conhecimento científico de seu contexto, reduzindo-o a um sistema abstrato de definições, leis e fórmulas (LABURÚ., p. 298)*

Outrossim, uma preocupação exposta por professores do ensino de ciências em suas aulas experimentais é a respeito da falta de acessibilidade dos materiais utilizados, todavia, as atividades experimentais podem ser desolvidas utilizando matérias considerados de baixo custo, com equipamentos que podem ser encontrados na residência do aluno. Segundo Cañal (2007, p.10)

*“La investigación escolar no es más que uno de los posibles métodos de enseñanza y aprendizaje para conseguir los objetivos curriculares. Hay otros métodos igualmente válidos. Cada profesor debe elegir el que crea más oportuno eficaz y que se adapte mejor a sus características personales y las de sus alumnos”. Cañal (2007, p.10)*

No campo educacional, Bachelar inseriu o termo “obstáculo pedagógico”, que demonstra os empecilhos que dificultam os alunos compreenderem o conhecimento científico. Sendo capaz, de manifestar-se no decorrer do processamento de ensino-aprendizagem. Ao ponto de vista bachelardiana, o professor tem o dever de incorporar o aluno em uma situação de simplificar o conhecimento, colaborando com perspectivas teóricas e experimentais para que ele não se pacifique às suas primeiras convicções, (ZULIANI, 2012)

### **Capítulo III – A importância de trabalhos acadêmicos sobre modelagem matemática**

As discussões a respeito da incorporação da modelagem matemática na construção do conhecimento científico adquiriram apogeu com o início do século XX. Por conseguinte, com uma atividade denominada “utilitarista” que resalta o emprego da matemática no dia-a-dia. Assim, o evento denominado Lausanne Symposium, possuiu como temática ensinar matemática de modo que seja útil para o dia-a-dia do estudante, com situações-problemas que tenham aplicabilidade no cotidiano (VIDOTTI e KATO, 2014).

As pesquisas científicas no âmbito nacional buscam explorar a Modelagem Matemática como uma pesquisa não somente pedagógica, mas também sociocultural, uma vez que, é necessário que haja o entendimento das particularidades de cada região do País, ou mesmo, situação econômica do aluno.

Pesquisa que, pode ser feita por meio da plataforma digital Banco de Teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), que disponibiliza trabalhos acadêmicos no Brasil, desde 1987. E também, utilizando a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Bem como, as pesquisas com relação aos currículos acadêmicos dos pesquisadores da área podem ser feita com a utilização da Plataforma Lattes, que está disponível no site do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Onde também, podem ser encontradas pesquisas científicas, como, por exemplo, Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Dissertações, Teses e Artigos.

Com base nisto, se pode compreender que a busca por metodologia de ensino-aprendizagem tem se elevado consideravelmente, pois, essas pesquisas científicas são geralmente produzidas em programas de graduação e pós-graduação, contribuindo assim, para o desenvolvendo dessas técnicas pedagógica. Como consequência, fazendo com que a comunidade acadêmica aplique isso na sociedade de forma geral

No entanto, é dificultosa a maneira de compreender como a modelagem matemática é aplicada em todas as regiões do País, com totalidade de instituições de ensino, ou mesmo, como o professor aplica essa ferramenta de educação. Visto que, é de suma importância considerar suas singularidades.

Nessa perspectiva, é possível identificar de forma fragmentada, a partir de trabalhos científicos com base em teorias pedagógicas de ensino-aprendizagem. Para isso, é indispensável que haja uma exploração a quanta as dissertações e teses acadêmicas em suas localizações de aplicabilidade, ou mesmo, as áreas do ensino-aprendizagem de sua utilização.

Em âmbito nacional, as pesquisas a respeito modelagem matemática como uma ferramenta de ensino-aprendizagem passaram a serem desenvolvidos por pedagogos, psicopedagogos, matemáticos e professores em geral. Segundo Biembengut (2003) são considerados como pilares para a difusão da modelagem matemática no País Ubiratan D’Ambrósio, sendo este, de suma importância para demonstrar os trabalhos sobre modelagem matemática no Brasil para a comunidade científica de todo o mundo. Por sua vez, Rodney Carlos Bassanezi, foi considerado o disseminador da modelagem como uma metodologia de ensino-aprendizagem. Assim sendo, a primeira dissertação sobre modelagem matemática intitulada “Modelos na Aprendizagem da Matemática” produzida por Celso Braga Wilmer, em 1976, sob a orientação de Aristides Barreto, na PUC-RJ (VIDOTTI e KATO, 2014).

Independente das técnicas ou abordagens utilizadas na modelagem matemática é necessário que haja uma abordagem didática de ensino, como base em na reflexão em trabalhos científicos eficazes. Desse modo, é imprescindível uma pesquisa ampla na área de educação científica. Segundo, Ferreira (2002) considera que pesquisas dessa natureza.

*[...] parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários. (Ferreira, 2002, p. 258).*

Além disso, as pesquisas sobre trabalhos científicos acadêmicos auxiliam para que os educadores e os educandos busquem uma melhor metodologia para se adaptar com sua realidade, com base em seu tema de investigação científica.

Nessa perspectiva, Malheiros (2012) apresentou uma pesquisa a partir da revisão literária relacionada à modelagem matemática, com algumas práticas pedagógicas de ensino-aprendizagem. Similarmente, é apresentado por Bisognin (2017) um quadro com dissertações e teses entre os anos de 2013 e 2016, somente pela região sul do Brasil.

**Quadro 2:** Distribuição de Dissertações sobre Modelagem Matemática nos estados da Região Sul

Modelagem Matemática com fotografias	Josy Rocha	2013	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Modelagem Matemática e sensores de temperatura em uma escola	Israel Matté	2013	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

técnica do Rio Grande do Sul			
Uma proposta de avaliação de aprendizagem significativa em atividades de Modelagem Matemática na sala de aula	Denise Fabiana Figueiredo	2013	Universidade Estadual de Maringá
Uma análise dos esquemas do processo de Modelagem Matemática	Henrique Cristiano T. de Souza	2013	Universidade Federal do Paraná
Modelação Matemática e alfabetização científica da Educação Básica	Lisiane Milan Selong	2013	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Modelagem Matemática na Educação do Campo.	Cleonice R..Nunes Feyh.	2013	Universidade Regional de Blumenau
Modelagem Matemática na Educação Infantil: uma estratégia de ensino com crianças de 4 a 7anos de idade	Patricia Fernanda da Silva	2013	Centro universitário UNIVATES
Modelagem no ensino de matemática: um viés na ação e interação do processo de ensino e aprendizagem		2014	Universidade Estadual de Ponta Grossa
Modelagem Matemática e livro didático no Ensino Médio: um olhar para o PNL D	Marcio Alexandre Siqueira	2014	Universidade Federal do Paraná
Contribuições da Modelagem Matemática na constituição de comunidades de prática locais: um estudo com alunos do curso de formação de docentes	Bárbara Cândido Braz	2014	Universidade Estadual de Maringá

Um estudo sobre a formulação de hipóteses na Modelagem Matemática na Educação Matemática à luz dos pressupostos de Poincaré.	Bruno Marcondes Umbezeiro	2014	Universidade Estadual de Maringá
O conceito de sustentabilidade em um ambiente de Modelagem Matemática	Márcio Albano Lima	2014	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Modelagem Matemática no Ensino Médio: percepção matemática por meio da música	Ana Laura Bertelli Grams	2014	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Percepção Espacial de Deficiente Visual por meio da Modelagem Matemática	João Francisco Staffa da Costa.	2014	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Modelagem Matemática: competência científica da licenciatura matemática	Alessandra Fabian Sostisso	2014	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Modelagem Matemática no Ensino Médio: percepção matemática por meio da música	Ana Laura Bertelli Grams	2014	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Modelagem nas Ciências e Matemática como Método de Ensino com Pesquisa no Ensino Médio	Cristiano Romais	2014	Universidade Regional de Blumenau
Modelação Matemática: competência científica de uma Licenciatura em Matemática	Alessandra Fabian Sostisso	2014	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Modelagem computacional e simulações em física usando o <i>Software Modellus</i> : uma abordagem alternativa no ensino de cinemática	Elys da Silva Mendes	2014	Centro Universitário Univates
Competências dos alunos em atividades de Modelagem Matemática	Ana Paula Zanim Lorin	2015	Universidade Estadual de Londrina
As práticas de Modelagem Matemática na Educação Básica do estado do Paraná	Daniele Regina Pentead	2015	Universidade Estadual de Ponta Grossa
A compreensão dos alunos em atividades de Modelagem Matemática: uma análise à luz dos registros de representação semiótica		2016	Universidade Estadual de Londrina
Modelagem na Educação Básica: percepção, compreensão.	Cíntia Regina Fick.	2015	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Modelagem Matemática e Recursos Tecnológicos: uma experiência em um curso de formação inicial de professores	Caroline Schutz	2015	Universidade Federal de Santa Maria
Modelagem Matemática: um enfoque na transformação da determinação do problema	Tiago Weingarten	2015	Universidade Luterana do Brasil
A Modelagem Matemática no Ensino Médio: Uma proposta para	Mauro Dalla Costa.	2015	Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

problematizar o tema Fabricação de Refrigerantes.			
Formação de professores e Modelagem Matemática: implicações na prática pedagógica	Érika Brandhuber Goulart	2015	Centro Universitário UNIVATES
Modelagem Matemática e o esporte: uma proposta de ensino aprendizagem com	Janaina de	2015	Centro Universitário

alunos do 8ºano do ensino fundamental de duas escolas	Ramos Ziegler		UNIVATES
A Modelagem Matemática e o desenvolvimento da autonomia: um estudo com estudantes do Ensino Médio	Ingridi Rodrigues Charal Galvani	2016	Universidade Estadual de Maringá
O raciocínio abduativo em atividades de Modelagem Matemática	Daiany Cristiny Ramos	2016	Universidade Estadual de Londrina
Modelagem na educação Matemática no 9º ano do ensino fundamental: uma perspectiva para o ensino e a aprendizagem.	Samuel Francisco Huff	2016	Universidade Estadual do Centro-Oeste
Modelagem Matemática na educação infantil; contribuições para a formação da criança	Cibelli Batista Belo	2016	Universidade Estadual do Centro-Oeste
A Modelagem Matemática na perspectiva sócio-crítica: uma experiência em um curso de costureiras	Jéssica Adriane de Mello	2016	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
O pensamento analógico na Matemática e suas implicações na Modelagem Matemática para o ensino	Larissa Kovalski	2016	Universidade Federal do Paraná
Modelagem Matemática e leishmaniose: proposta de ensino e de aprendizagem relacionando Biologia e Matemática	Erisnaldo Francisco Reis	2016	Centro Universitário UNIVATES

**Fonte:** Bisognin, 2017

Com a leitura desses trabalhos acadêmicos, é possível deduzir que a modelagem matemática no Brasil é utilizada principalmente, como uma ferramenta de ensino-aprendizagem. Em que, seus sub objetivos contribuíram para: Aplicações relacionadas ao cotidiano; formação e especialização de professores com relação a praticas de ensino-

aprendizagem; aprimorar a aplicação da modelagem matemática já existente; o uso de Software na modelagem matemática, bem como, a modelagem matemática na indústria.

A respeito das conclusões obtidas nesses trabalhos, foi possível verificar que no quesito ensino-aprendizagem demonstraram resultados significativos quanto à melhoria da compreensão dos conhecimentos científicos desenvolvidos em sala de aula. Ademais, contribuindo do mesmo modo para a formação dos professores, explicitando isso, nos trabalhos desenvolvidos por Gavanski (1995) e Almeida (2009) como é demonstrado na **tabela 2** a baixo

Autor/Ano	Problema de pesquisa	Objetivo (s)	Conclusões
Gavanski, D.(1995)	“Quais as contribuições do método da Modelagem na formação do professor de Matemática?” “Quais as dificuldades encontradas pelos acadêmicos-estagiários nessa abordagem de ensino-aprendizagem?”(p. 25)	Identificar e discutir as contribuições e dificuldades provenientes da prática pedagógica, realizada por meio da Modelagem Matemática, ao futuro profissional do ensino.	O trabalho com a Modelagem Matemática contribuiu, positivamente, para a formação do professor de Matemática, pois desenvolveu nos acadêmicos o espírito do trabalho coletivo; a sua sensibilidade ao perceber emo aprendizado dos alunos na sua individualidade e coletivamente; a reflexão constante da sua ação pedagógica. Além disso, contribuiu para que

			percebesseme oportunizassem aos alunos a aplicabilidade da Matemática dentro do tema escolhido. As dificuldades encontradas pelos estagiários situaram-se no âmbito da sua profissionalização, por excelência.
Almeida, R. N.(2009)	“Quais são as possíveis relações/influências da modelagem matemática nas atividades de estágio na formação deum futuro professor de matemática? (p.18)”	“Identificar a importância das atividades de modelagem para o futuro professor durante a sua formação inicial (p.18)”	“O desenvolvimento de atividades de modelagem matemática durante o estágio pelos futuros professores mobilizou saberes da formação profissional, disciplinares e curriculares. Essas atividades proporcionaram também que os futuros professores pudessem desenvolver uma postura mais crítica com relação ao

			conteúdo em sala de aula e possibilitou-lhes compreender o papel social da Matemática (p.131).”
--	--	--	---

As dissertações e teses possuíram como obtivo demonstrar a modelagem matemática a começar de suas singularidades, do mesmo modo que, seus prós e contras. Principalmente, no que tange a aplicabilidade da metodologia em sala de aula. Isto é, a partir de outras contribuições acadêmicas, de forma interdisciplinar. Sendo também, representada como uma metodologia de ensino-aprendizagem eficaz.

Além disso, Silveira (2007) também fez uma pesquisa com relação a teses e dissertações sobre modelagem matemática, produzidas no Brasil durante os anos de 1976 e 2005, assim, debatendo suas perspectivas com relação a aplicabilidade da modelagem matemática no ensino de ciências. O quadro a seguir desenvolvido pelo autor demonstra o total de dissertações e teses por instituições de ensino.

**Quadro 3:** Total de dissertações e teses por instituições de ensino

INSITUIÇÃO	TESES		DISSERTAÇÕES		TOTAL	
UNESP – Rio Claro	5	45,4%	13	25,0%	18	27,7%
FURB	-	-	7	13%	7	10,7%
UFSC	2	18,2%	4	7,4%	6	9,2%
UNICAMP	3	27,2%	2	3,7%	5	7,7%
UEL	-	-	5	9,2%	5	7,7%
USU	-	-	3	5,5%	3	4,6%
UNICENTRO	-	-	3	5,5%	3	4,6%
UFPA	-	-	3	5,5%	3	4,6%
PUC – Campinas	-	-	2	3,7%	2	3,1%
UFRN	-	-	2	3,7%	2	3,1%
PUC – SP	1	9,1%	1	1,8%	2	3,1%
PUC – RIO	-	-	2	3,7%	2	3,1%

PUC – RS	-	-	1	1,8%	1	1,5%
ULBRA – canoas	-	-	1	1,8%	1	1,5%
UEPG	-	-	1	1,8%	1	1,5%
UFES	-	-	1	1,8%	1	1,5%
UFPR	-	-	1	1,8%	1	1,5%
USP	-	-	1	1,8%	1	1,5%
UnC	-	-	1	1,8%	1	1,5%
Total	11	100%	54	100%	65	100%

**Fonte:** Silveira (2007)

Já Dorow e Biembengut (2008) investigaram os estudos desenvolvidos a respeito das dissertações e teses acadêmicas quanto a Modelagem na Educação Matemática, no período de 1976 a 2007. Essa pesquisa demonstrou a aplicação da modelagem matemática em vários níveis de escolaridade.

Nessa perspectiva, demonstrando que a produção de trabalhos acadêmicos sobre modelagem matemática faz com que o professor busque e compreenda metodologias de ensino-aprendizagem diferenciadas, no sentido de, apontar uma optica de aprimorar as particularidades de cada professor na sala de aula.

Essa pesquisa contribuiu para demonstrar como os estudos sobre a modelagem matemática devem ser ampliados cada vez mais, pois, fortalecem que perspectiva de que a modelagem matemática é uma ferramenta de ensino-aprendizagem é eficaz nas praticas pedagógicas.

#### **Capítulo IV – Aplicação da modelagem matemática em sala de aula**

Admitindo, que a Modelagem é costumeira na educação científica, por conseguinte, professores precisam compreendê-la para definirem espontaneamente a respeito da incorporação ou exclusão dessas práticas de ensino no ambiente de aprendizagem.

Assim, Bassanezi (2002, p. 37) dá atenção aos obstáculos para integralizar a modelagem matemática no ensino são capazes de serem advindas de três tipos: os: institucionais, estudantes e professores.

À vista disso, Julie (1993, 1998) analisando a ótica de futuros profissionais da educação em relação à inserção da modelagem matemática no ambiente de ensino-aprendizagem. Pode-se constatar que, apesar do seu primeiro contato com a metodologia foi considerada uma experiência satisfatória, os docentes, são descrentes quanto à modelagem matemática do ambiente educacional.

Argumentos que foram evidenciados, inclusive por (BARBOSA, 2004) no momento em que constatou que os argumentos utilizados por docentes para não empregar essa ferramenta de ensino-aprendizagem é a falta de compreensão quanto à modelagem matemática.

Em termos da teoria de Bernstein (2000), a existência da modelagem na atividade pedagógica causou algumas dúvidas aos professores, como por exemplo, o emprego das diferentes perspectivas de autores quanto a modelagem e como ocorre a utilização nas situações já presentes na prática pedagógica.

Por conseguinte, é pertinente fazer uma investigação da maneira que se efetua a aplicabilidade da modelagem matemática pelos docentes, como foi exposto no capítulo sobre a importância de trabalhos acadêmicos quanto à modelagem matemática, como uma técnica de aprimorar a educação científica. E do mesmo modo, tendo como objetivo que futuros educadores e profissionais do ensino, procurem se desprender de uma metodologia tradicionalista de aprendizagem, se sustentando na filosofia de linguagem de Wittgenstein (1999), que constrói a modelagem matemática com regras e convenções estabelecidas com suporte em um determinado contexto social, histórico e cultural do estudante. Com essa finalidade Bassanezi (2002) propôs que professor disponha de uma motivação no processo de ensino e aprendizagem, do contrário, nenhuma estratégia será efetiva.

Nessa perspectiva, compreendendo que a modelagem matemática em uma ótica sociocultural tanto para o educador como para o educando, que ao ensinar e aprender trata-se de um conjunto de associações que serão reproduzidas em vários contextos ambientais, por

consequente, alguns conteúdos são capazes de serem ressaltados uns em relação a outros, uma vez que, existe a necessidade de se aplicar fenômenos decorrentes do cotidiano.

Dessarte, é indispensável um planejamento educacional antecipado seja desenvolvido no momento em que os futuros profissionais encontram-se estudando para trabalhar com a educação básica. Nessa conformidade, a aplicabilidade dessa atividade em estágios e matérias do currículo acadêmico, deste modo, a fim de que seja rompida uma perspectiva tradicionalista de ensino, desde o início da vida profissional.

Quanto a isso, é necessário que o futuro profissional da educação “ensine para aprender”, iniciando com a utilização de modelos didáticos como uma ferramenta de ensino-aprendizagem, empenhando-se a efetuar ideias e conceitos no dia-a-dia, conduzindo o conteúdo curricular que se planeja aplicar a começar da formulação de problemas, elaboração de exemplos e circunstâncias análogas a outras disciplinas (SOUSA, 2018)

O aspecto de suma importância para a carência de aplicação da modelagem matemática é a questão pessoal do professor em relação à mudança de metodologia de ensino, decorrente da falta de experiência profissional com o conteúdo ao decorrer de suas aulas. De acordo com Robbins (1999, p. 399, apud SILVA, 2008, p. 41)

*[...] a resistência a mudanças é uma reação natural de indivíduos e de grupos ao inusitado, principalmente quando se encontram diante de transformações estruturais e funcionais no ambiente de trabalho Robbins (1999, p. 399, apud SILVA, 2008, p. 41)*

Por conseguinte, Jacobini (2004) aplicou a iniciativa para alunos de licenciatura em matemática, por meio de uma disciplina específica do curso. Nesse trabalho, denominado Pesquisa de intenção de votos dos estudantes da PUC-Campinas, os alunos empregaram a modelagem matemática com temáticas relacionada à estatística. Ao final Jacobini apurou o progresso educacional dos futuros professores na ocasião em que a modelagem matemática é manipulada como uma ferramenta de ensino-aprendizagem, que se comprovou hábil, não obstante, apesar disso não há existência de descrições que essa prática foi estendida quando os alunos se tornaram professores (Silveira, 2012)

Outro obstáculo da aplicação dessa metodologia educacional, que deve ser tomado em consideração como empecilho de emprego nas instituições de ensino básico é imposta a aplicação de um programa curricular extenso, segundo Boff, Frison e Del Pino (2007)

*“[...] no cotidiano da escola observa-se que uma das maiores preocupações do professor é ‘cumprir o programa’. Este se impõe como verdadeiro dogma que*

*precisa ser cumprido; raríssimas vezes o professor se questiona sobre a validade daquilo que está ensinando". (Boff, Frison e Del Pino, 2007,p. 83)*

Concordando com isto, Barbosa expõe.

*"O contexto escolar, na visão de entrevistados, pode inibir iniciativas dos professores". "Tais entrevistados falaram em "currículo atual", "conteúdos", "realidade da escola pública", "vestibular" e "tempo" como barreiras que a institucionalidade oferece à implementação da proposta de Modelagem" (BARBOSA, 1999, p. 78)*

Conjuntamente, Barbosa (2002) com suas pesquisas, constatou também que a hesitação em relação ao desenvolvimento de uma ferramenta metodológica de aprendizagem pelos professores, apresenta-se também a direção da escola. Por conseguinte, uma adversidade para a aplicação da Modelagem matemática.

Dessarte, Freitas et al. (2005) expõem quanto a carga horaria elevada de trabalho realizada por professores do ensino básico que em muitas vezes trabalham durante os três períodos do dia. Afirmando assim,

*"[...] os dirigentes educacionais (diretores, coordenadores, secretários de ensino) impõem exigências ao trabalho docente, sobrecarregando os professores com atividades burocráticas e, muitas vezes, revelando insensibilidade para lidar com essa complexidade" (FREITAS et al., 2005, p. 99).*

Além disso, outro problema que opõem a aplicação da modelagem matemática em sala de aula é o quantitativo de alunos presentes no âmbito escolar, sendo assim, muitas vezes excessivo, principalmente, no que tange as instituições de ensino público brasileiro quee frequentemente devem de atender um número considerável de estudantes. Fazendo-se este, um problema vivenciado em muitas capitais do País.

Quanto aos alunos, no início da aplicação da metodologia um numero conseideravel se demonstram empenhados na participação da atividade, ainda que, não seja uma ferramenta atrativa para a classe como um inteiro. Validando isso, Silveira e Jesus (2005) desenvolveram uma pesquisa, na qual, se baseava em uma situação que os alunos escolhiam o tema que fosse estudado, não obstante, pouco mais da metade participaram das atividades.

Já Roma (2002), apresenta do resultado na aplicação da modelagem matemática no período noturno, que geralmente é composto por jovens e adulto, em sua maioria, inseridos no mercado de trabalho com jornadas extensas, evidenciando ainda mais a indisposição em desenvolver atividades em Modelagem.

Destarte é evidente que a modelagem matemática até o presente momento passa por alguns empecilhos para a sua aplicabilidade, não obstante, é válido apresentar seus desfechos no momento em que são progressistas no ambiente educacional.

Segundo Burak (1992, 2004) no momento em que há a finalidade de empregar da modelagem matemática na escola sendo uma ferramenta de ensino aprendizagem é imprescindível que ocorra uma ativa participação de todos os envolvidos, bem como, instituição de ensino, educador, pedagogo e sem menos importância o estudante.

Analisar novidades quanto a abordagens metodológicas de apresentar conteúdos, por intermédio de técnicas educacionais que são capazes de instigação o aluno a procurar e entender o conhecimento científico é um objetivo dos profissionais da educação. Nessa perspectiva, a modelagem matemática apresenta-se como destaque estratégia, nessa conformidade, procura aproximar a realidade dos alunos a conteúdos abordados na educação. Nesse viés, Bassanezzi (2002) expõem que a modelagem matemática deve ser aplicada para romper a perspectiva tradicionalista de ensino.

Nesse sentido, para Biembengut (2014) a modelagem particionada em três situações: percepção e apreensão, compreensão e explicitação, significação e expressão. A primeira é a criação de uma situação-problema do cotidiano; a segunda é a solução do problema a partir de um modelo matemático; a terceira é a comprovação e demonstração do resultado (SOUSA, 2018).

Assim, as Diretrizes Curriculares de Matemática apresentam a modelagem matemática como uma metodologia de educação científica, que se fundamenta na interpretação matemática de situações-problemas relacionada com o dia-a-dia do estudante “O trabalho pedagógico com a modelagem matemática possibilita a intervenção do estudante nos problemas reais do meio social e cultural em que vive, por isso, contribui para sua formação crítica.” (PARANÁ, 2008 p 65)

Isto posto é imprescindível que os professores levem em consideração que a propagação do conhecimento científico deve acontecer de forma prazerosa, de maneira que, os alunos se sintam estimulados a participar. Para que isso aconteça, a modelagem matemática é uma ferramenta de ensino-aprendizagem apropriada. Não obstante, é necessário que o professor ministrante utilize um espaço de sua aula para compreender o contexto sociocultural que os alunos são pertencentes, a fim de que, os problemas existam com suporte em sua vivência. Em que, eles disponham de ideias para formular situações. Dessarte é evidente que os problemas da realidade do estudante têm de ser base, com o intuito de empregar a modelagem matemática, de maneira interdisciplinar com outras disciplinas.

Como Almeida e Brito (2005) ressaltam as razões apontadas para se utilizar a modelagem matemática no ambiente de ensino formal, é a possibilidade de demonstrar o papel que a matemática tem a sociedade, fora do âmbito escolar. Nessa conformidade, várias decisões do corpo social são tomadas com base em modelos matemáticos, como por exemplo, o desenvolvimento técnico-científico-informacional está diretamente ligado ao cotidiano bem como, a matemática.

Nesse seguimento, a matemática é repassada para o aluno de uma forma mais viável e compreensível, com a finalidade de que ele entenda que esse assunto é de suma importância para tomada de decisões, por essa razão, no que tange uma perspectiva sociocultural. À vista disso, programar a modelagem matemática em sala de aula é uma estratégia de ensino-aprendizagem que vale ser trabalhada e estudada gradativamente, com a intenção de que os alunos e professores se ambientem com essa prática.

Com a finalidade se compreender a modelagem matemática como uma estratégia pertinente, o papel do professor é de suma importância, a começar de um diálogo inicial com o aluno, fazendo assim, indagações sobre a vivência dos alunos fora do ambiente escolar. Para que, ao final ele obtenha um entendimento do conteúdo que seja utilizado como tema. Conforme Chaves e Espírito Santo (2011, p. 169),

*“um processo gerador de um ambiente de ensino e aprendizagem, no qual os conteúdos matemáticos podem se conduzidos de forma articulada com outros conteúdos de diferentes áreas do conhecimento, contribuindo dessa forma, para que se tenha uma visão holística (global) do problema em investigação.” (Chaves e Espírito Santo, 2011, p. 169)*

Dessarte é imprescindível que aconteça a escolha do tema que será utilizado na prática da modelagem matemática, destacando assim Biembengut e Hein (2007) que expõem que o tema pode ser escolhido de maneira conjunta do professor com o aluno. No momento em que essa escolha é feita pelo aluno, ele se sente mais participativo do processo de aprendizagem, todavia, por muitas vezes dificulta o professor a fazer correlações com assuntos relacionados a ciências.

A posteriori da escolha do tema, é imprescindível que aconteça a interação dos alunos com o que foi escolhido. Por conseguinte, necessária à participação ativa do professor, agindo como auxiliador para responder os questionamentos e dúvidas, de uma maneira, que o debate ocorra com a participação ativa dos alunos, como uma troca de conhecimento.

A começar disso, já é pressuposto que aconteça a formulação de ideias desenvolvidas pelos alunos, com a criação de hipóteses para determinar a melhor maneira de solucionar a

problemática Sob o ponto de vista de BASSANEZZI (2002) “o desafio do professor que toma o caminho da modelagem como método de ensino é ajudar o aluno a compreender, construindo relações matemáticas significativas, em cada etapa do processo”. Igualmente, seguindo Almeida e Silva (2015, p. 209).

*“[...] investigações em sala de aula, as quais têm o problema como ponto de partida, a intencionalidade na busca, a formulação de hipóteses como fatores que se colocam no caminho para indicar direções e as diferentes resoluções matemáticas são compreendidas com vistas a resolver um problema.” (Almeida e Silva 2015, p. 209)*

Não obstante, é necessário que o professor disponha de paciência no ambiente da modelagem matemática, em virtude, a formulação de ideias é capaz de ser reformulada a partir da difusão do entendimento da modelagem matemática desenvolvida pelo aluno. Destarte, sua sequência pedagógica pode ser alterada, por conseguinte, é imprescindível uma quantidade de tempo considerável. Ademais, poderão acontecer em diversas vertentes apresentadas pelos alunos para a resolução do problema, resistências dos alunos para participar das atividades (OLIVEIRA; BARBOSA; SANTANA, 2009).

Com o modelo matemático formulado, se principia a solução do problema com fundamento do que foi desenvolvido, interpretando soluções críticas para a construção e reconstrução do instrumento utilizado como viabilizador do conhecimento, com suporte em uma coerência teórica e prática.

Por consequência, possibilitando do mesmo modo que os alunos interajam entre si. Desta forma, o professor é capaz acompanhar mais atentamente em tal grau que as dificuldades, no momento em que o desenvolvimento do trabalho dos estudantes, ao mesmo tempo em que os orienta, tendo a oportunidade de avaliar o aprendizado deles, não somente em relação aos conteúdos curriculares (SOUSA, 2018).

Agregando a isso Fox (2006) julga que o instante que a modelagem matemática é sobreposta em uma sala com um número considerável de alunos, é válido separa-los em subgrupos, para que, passam compartilhar seus conhecimentos, desta maneira, desenvolvendo conceitos de assuntos científicos correlacionados com instrumentos matemáticos, ocorrendo assim, o diálogo e a interação social da turma, ressaltando isso, ALRO e SKOVSMOSE (2006) relataram que.

*“[...] é uma experiência pessoal, mas ela ocorre em contextos sociais repletos de relações interpessoais. E por conseguinte a aprendizagem depende da qualidade do contato nas relações interpessoais que se manifesta durante a comunicação entre os participantes. (ALRO e SKOVSMOSE, 2006, p. 12)*

Finalmente, de acordo com a modelagem matemática defendida por (BIEMBENGUT 2014), tem um grande papel inovador. Ainda que, não seja uma metodologia eficaz para resolução de todos os problemas didáticos existentes em uma sala de aula. Não obstante, proporciona aos estudantes e ao professor a entendimento de novas políticas socioculturais, em prever fenômenos ou em ajudar na tomada de decisões (SOUSA, 2018).

## **Capítulo V – ANÁLISE DE DADOS E RELATO DA EXPERIÊNCIA**

### **5.1. Relato da Experiência e análise dos dados**

Neste capítulo, procura-se demonstrar as dinâmicas efetuadas em sala de aula empregando a modelagem matemática como abordagem pedagógica de ensino-aprendizagem associada à experimentação, a começar de uma escolha do tema que seria trabalhado, bem como, a turma onde seria feita a aplicação, assim também, o relato do professor. Além do mais, da maneira que foi realizada a coleta dos dados obtidos e efetuar sua análise.

### **5.2. Escolha da turma**

Para esta etapa, primeiramente tratou-se de realizar uma pesquisa de campo na escola para verificar quais anos do ensino médio encontravam-se mais familiarizados com conceitos de eletricidade, termologia e mecânica, na medida em que, a compreensão previa desses conteúdos seria de suma importância durante o processo de aplicabilidade da atividade experimental e de sua correlação com assuntos presentes no cotidiano. Com a pesquisa feita, é possível definir a turma onde mais havia alunos que viam esses conteúdos seria no terceiro ano do ensino médio.

À vista disso, foi aplicado um teste vocacional na turma de terceiro ano do ensino médio da escola Maria Carolina (nome fictício), da qual constituía 26 alunos. Estes testes tiveram como propósito de ter entendimento se na turma compunha alunos que gostariam de fazer cursos de licenciatura em sua vida acadêmica pós-escola, com início nos dados obtidos foi permissível verificar na turma a existência de quatro alunos, desse modo objetivando que os futuros profissionais da área obtenham a compreensão da importância da interdisciplinaridade de assuntos, outrossim, da diversificação de práticas pedagógicas de ensino-aprendizagem.

### **5.3. Escolha do tema**

A modelagem matemática como um acessório de ensino-aprendizagem foi aplicada para uma turma composta por 26 alunos no total do terceiro ano do ensino médio, do Colégio Maria Carolina que está localizado na Região Metropolitana de Belém. Esta atividade aconteceu durante o ano de 2019 e obteve como finalidade apresentar uma metodologia de ensino distinta da que os alunos estão acostumados, em que é definida pela utilização de fórmulas sem expor como a física pode ser empregada de forma experimental.

Destarte a começar de uma exploração quanto à aplicabilidade de metodologias de ensino-aprendizagem em sala de aula, tendo como potencial constatar que a modelagem matemática associada a experimentos de física se evidencia no âmbito educacional, visto que,

de acordo com Barbosa (2004) faz com que os estudantes investiguem uma situação-problema que esteja ligada ao seu cotidiano. Além do mais, Skovsmose (2000) mostra que a utilização da modelagem matemática instiga os alunos a respeito de suas dúvidas, fazendo com que eles analisem uma situação proposta de forma crítica. Por conseguinte, fazendo-se possível trabalhar conceitos relacionados à física.

Seguindo essa linha de pensamento, o tema escolhido pelo professor foi a começar dos conteúdos que os alunos estavam assistindo em sala aula por meio de um material de apostilas e listas de exercício organizadas pelo professor, bem como, a utilização de livros didáticos como base para o conteúdo, obtendo em consideração a opinião do aluno, uma vez que, “envolvimento ativo do aluno é uma condição fundamental da aprendizagem” (PONTE, 2006, p.23).. Tal como, estando evidente a necessidade de uma ferramenta que busque melhorar a compreensão do conteúdo para os futuros universitários, assim também, fazendo com que os alunos busquem associar o que foi visto em sala de aula a situações referentes ao seu dia-a-dia.

Posto isto, este conteúdo está tratando de ser empregado em sala de aula a começar do conteúdo programático desenvolvido na escola. Desse modo, é válido expor a necessidade de aprimorar o conteúdo, utilizando-se da modelagem matemática como uma metodologia de ensino-aprendizagem vista pela primeira vez pelos estudantes, o que causou uma empolgação inicial, levando em consideração que parte da turma jamais havia visto a experimentação no estudo de física. Agregando a isto, a parcela da turma que já havia realizado práticas experimentais manifestou que a técnica se demonstrou como um grande incentivador educacional.

Desempenhando, desse modo, indispensável uma explicação inicial de como sucederia a utilização do exercício experimental, visto que, nessa abordagem seria assuntos relacionados a mecânica, eletricidade e física térmica, tal como, sua correlação de conceitos e equações matemáticas. Explicando assim, que na modelagem matemática a partir da experimentação cabe ao aluno desenvolver hipóteses, testes, soluções e fórmulas.

Em vista disso, com o objetivo de compreender como se decorreu o processo de modelagem matemática em sala de aula, foi empregue como base para dados um questionário a respeito da associação desses conceitos. Não obstante, igualmente a respeito de observações orais durante a prática, a exemplificar, indagações da classe, posicionamento a respeito dos questionários utilizados, atenção durante o processo de experimentação e interação com as atividades.

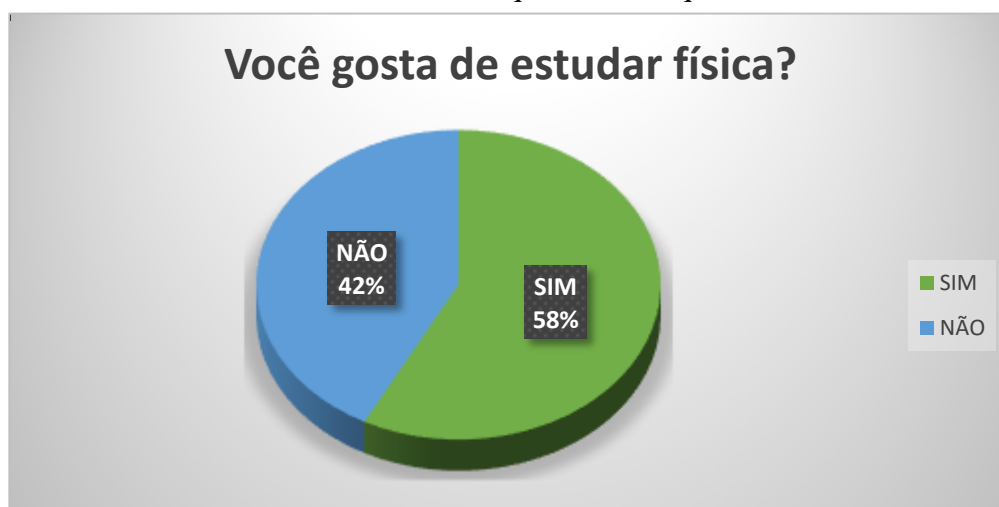
Por conseguinte, o emprego do experimento plano inclinado onde pôde acontecer a conexão de conceitos de mecânica, eletricidade e física térmica. À vista disso, se justificando pelo fato de que os alunos encontrem-se estudando estes conceitos da física. Deste modo, para que os alunos assimilem o conhecimento de forma mais eficaz apoiando-se no experimento, efetuando com que eles percebam a correlação desses conceitos. Dessa maneira, explorando também a matemática envolvida na situação.

#### 5.4. Análise dos dados obtidos

Com fundamento na análise dos dados obtidos a partir do formato de investigação operando questionários com a opinião de 26 discentes, fez-se possível considerar que a atividade de associação modelagem matemática com a experimentação no ensino de física se demonstrou de grande importância na busca de metodologias de ensino-aprendizagem diversificadas, abrindo o caminho para um conhecimento autônomo para os estudantes e para que estes compreendam a capacidade de correlação do conhecimento científico com o cotidiano. Em vista disso, de acordo com Jonei Cerqueira Barborsa “os “professores devem desenvolver atividades de Modelagem por si mesmo”

Outra característica que é de grande relevância que vale ressaltar foi a parcialidade durante as respostas discursivas, à vista disso, empreendendo que os resultados obtidos se revelam eficazes para estipular parâmetros na frequência de atividades educacionais educação científica. Demonstrando-se assim expostos, com alicerce nos gráficos a baixos o percentual de cada resposta:

**Gráfico 1.** Resultado da questão 1 do questionário



**Fonte:** Acervo do autor

Em relação aos dados obtidos na primeira pergunta, 58% dos estudantes responderam que gostam de física e 42% que não gostam de estudar física. Dados que foram justificados pelos estudantes, como por exemplo:

*“Gosto de física, entretanto, o meu maior problema é a parte matemática” (Relato de um aluno (a) não identificado)*

*“Não gosto porque os cálculos são muito difíceis e as formulas são complicas de memorizar” (Relato de um aluno (a) não identificado)*

*“Gosto, pois devido a física eu consigo compreender cada vez mais fenômenos relacionados ao cotidiano e me relacionar melhor com o meio” (Relato de um aluno (a) não identificado)*

Isto posto, encontra-se evidente que os alunos não compreendem as formulas, cálculos e equações, dessa maneira, é explícito que os alunos tiveram contato com uma física extremamente matematizada, sendo isto, um principal empecilho para estimular os alunos se interessarem em assuntos referentes a física, por consequência, é imprescindível demonstra que matéria não se reduz apenas a formulações matemáticas, sendo diretamente responsável pela descrição de fenômenos da natureza, tal como, outras formas de conhecimento científico, portanto, de suma importância que o aluno compreenda isso.

**Gráfico 2.** Resultado da questão 2 do questionário

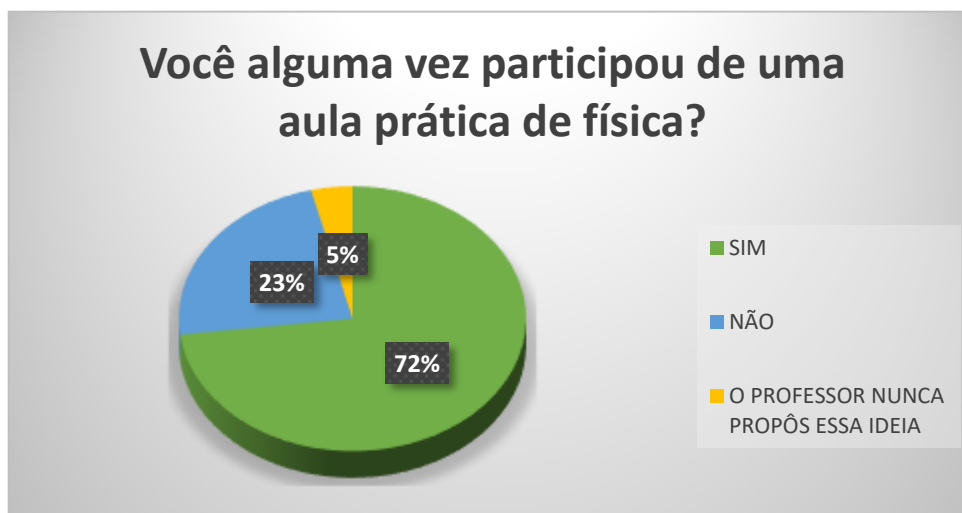


**Fonte:** Acervo do autor

Na segunda pergunta passaram a serem alcançados os seguintes resultados, 93% revelaram que no momento em que compreendem os assuntos de física ficam animados, já 7% disseram que mesmo quando entendem o assunto não se sentem animados com o conhecimento de física e nenhum aluno disse que quando compreende algum assunto de física não fica animado. Com base nisso, pode-se concluir que a maioria dos alunos se sentem animados quando compreendem assuntos de física. Demonstrando assim, que a superação de obstáculos pedagógicos tradicionalistas, é um fator de suma importância para transmitir o

conhecimento científico de forma eficaz, em virtude de que, quando os alunos compreendem os assuntos utilizando uma metodologia educacional mais eficiente, se sentem mais motivados em aprender. Isso mostra também como o interesse pela física é por parte dos alunos é um número expressivo fazendo-se então necessário a busca por metodologias alternativas de ensino como a modelagem matemática que proporciona ao aluno um papel mais ativo no processo de aprendizado.

**Gráfico 3.** Resultado da questão 3 do questionário



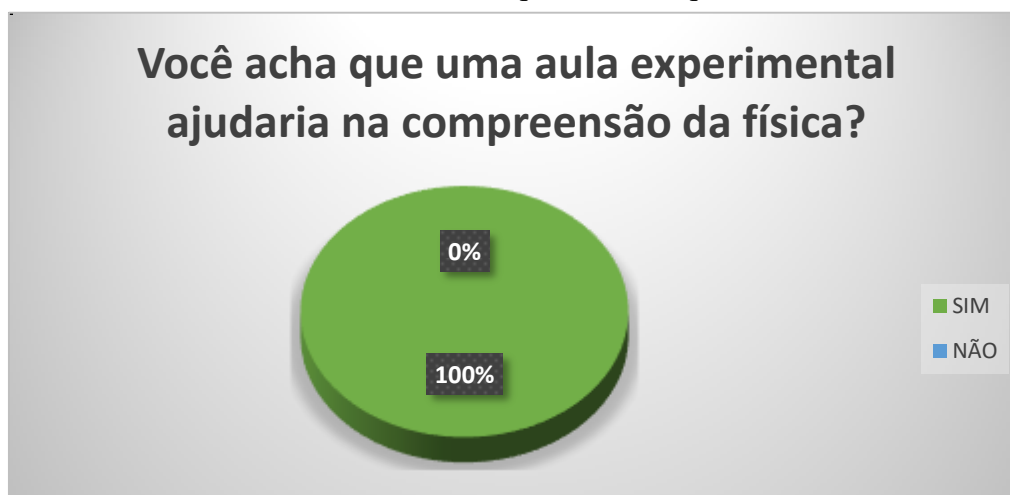
**Fonte:** Acervo do autor

Nessa pergunta, 72% dos alunos afirmam que já participaram de uma atividade prática de física em sala de aula, 23% declaram que nunca participaram de uma aula prática de física, bem como, 5% expuseram que o professor nunca propôs essa ideia.

Por conseguinte, de fundamental importância no contexto didático do estudante da rede de ensino básico, dado que, auxilia para a alfabetização científica do aluno. Porquanto, mostra-se como um estimulador educacional, motivando a interatividade dos estudantes com assuntos relacionados a ciências. Consequentemente, de acordo com Araújo e Adib.

*“[...] de modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente” (ARAÚJO e ADIB, 2003, p. 02).*

À vista disso, é de significativa relevância incentivar as práticas experimentais no ensino de ciências, posto que, permitem aprimorar habilidades experimentais, bem como, inventar a aprendizagem de assuntos que são considerados de grande dificuldade para os alunos.

**Gráfico 4.** Resultado da questão 4 do questionário

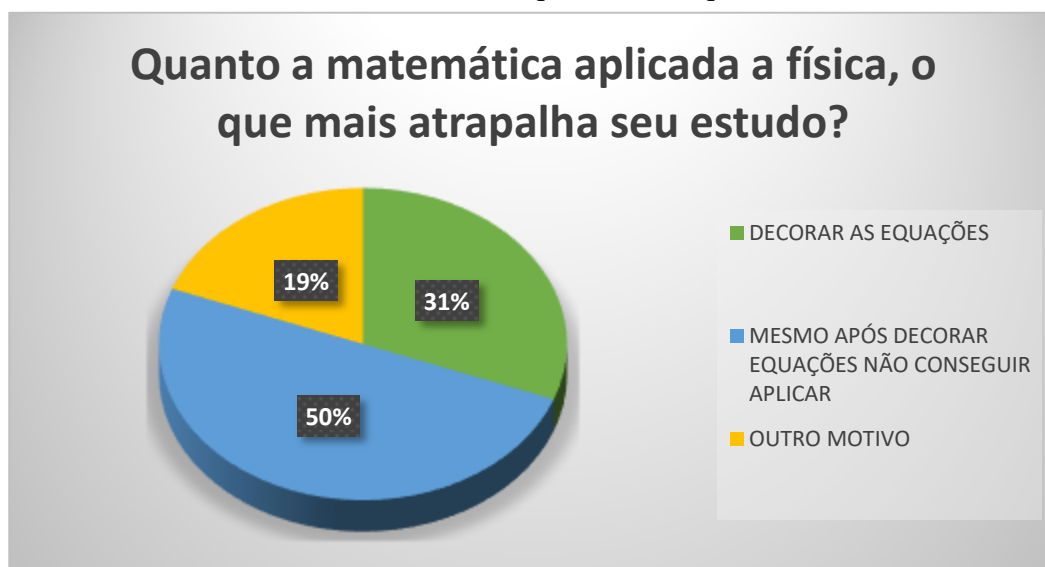
**Fonte:** Acervo do autor

Nesta pergunta, foi unanime a resposta positiva a respeito da compreensão do conhecimento de física com a utilização de aula experimental. Assim sendo, que a organização de práticas experimentais por professores, são consideradas metodologias de ensino aprendizagem interessante para o aluno, fazendo com que o aluno busque compreender assuntos relacionados a ciências

*“A atividade de demonstração experimental em sala de aula, particularmente quando relacionada a conteúdos de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos, formais e abstratos, tem por singularidade própria a ênfase no elemento real, no que é diretamente observável e, sobretudo, na possibilidade simular no micro-cosmo formal da sala de aula a realidade informal vivida pela criança no seu mundo exterior. Grande parte das concepções espontâneas, senão todas, que a criança adquire resultam das experiências por ela vividas no dia-a-dia, mas essas experiências só adquirem sentido quando ela as compartilha com adultos ou parceiros mais capazes, pois são eles que transmitem a essa criança os significados e explicações atribuídos a essas experiências no universo sócio-cultural em que vivem” (Gaspar e Monteiro, 2005, p. 232)*

Com base nisso, as técnicas demonstrativas dispõem de ações valorizadas pelos alunos, dos quais se mostram interessados, fazendo com que a aula se transforme em algo mais produtivo, acontecendo a difusão da aprendizagem de forma mais eficaz

**Gráfico 5.** Resultado da questão 5 do questionário



**Fonte:** Acervo do autor

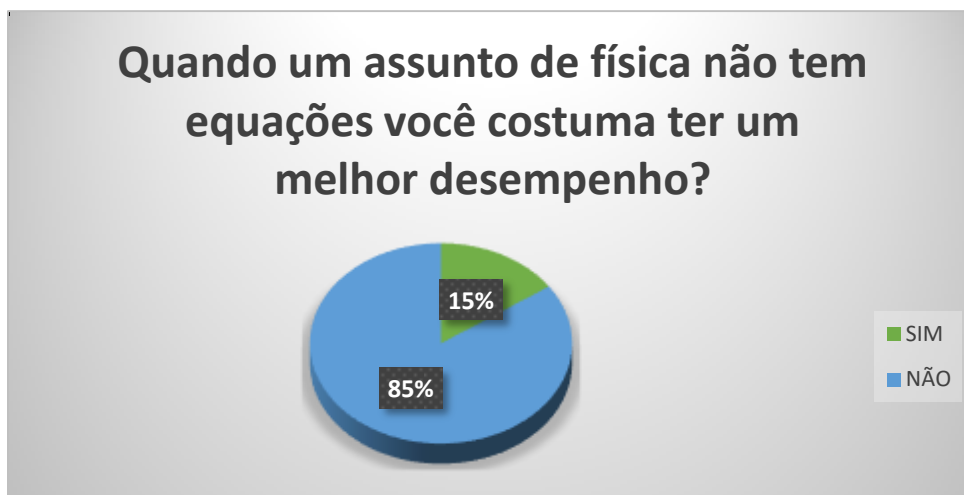
*“O desenvolvimento das questões, pois, requer uma determinada lógica e matemática” (Relato de um aluno(a) não identificado)*

*“Problemas relacionados a matemática” (Relato de um aluno(a) não identificado)*

*“Assunto complicado de compreender” (Relato de um aluno(a) não identificado)*

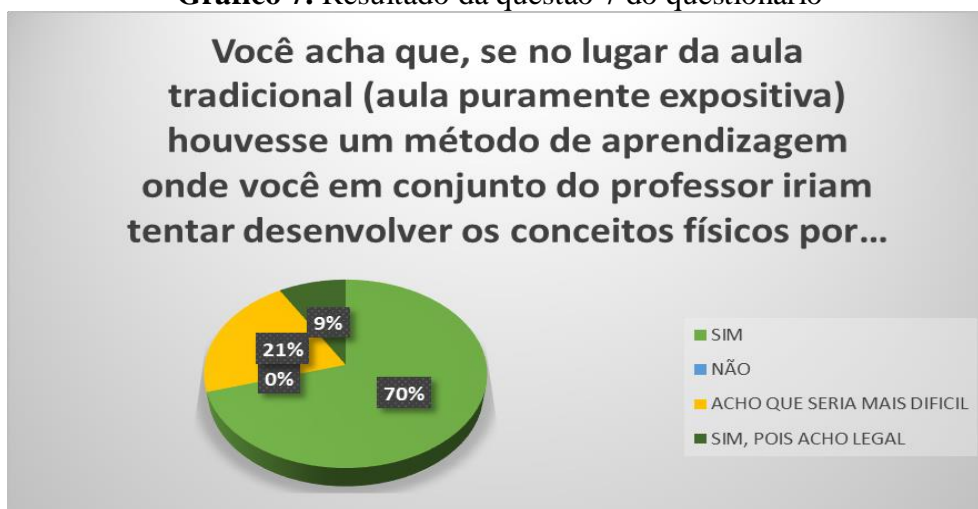
Com o objetivo de compreender as dificuldades apresentadas com a relação da matemática com a física, utilizamos equações para ilustrar o grau de dificuldade apresentado pelo estudante. Nessa pergunta, 50% mostraram que mesmo quando decoram as equações não conseguem aplicar, 31% disseram o que mais atrapalha o estudo da relação com a matemática aplicada a física é no momento em que se tem de decorar equações e 19% falaram que a matemática aplicada a física dificulta o entendimento por outro motivo. À vista disso, constituindo-se essencial no ambiente educacional o diálogo entre o professor e o aluno, para que ocorra a compreensão das dificuldades enfrentadas pelos estudantes, dado que, o professor deve ocupar uma posição de mediador entre o conhecimento e os alunos e é preciso que ambos sejam os “coautores” do processo ensino-aprendizagem (GASPARIN, 2003, p. 2).

A partir desse gráfico é possível constatar que os alunos sentem uma grande dificuldade com as fórmulas e suas aplicações. Entretanto o que de fato acontece é que um assunto de física que possui uma ou mais equações acaba tendo como maior ou único foco a tentativa excessiva de apenas tentar memorizar as fórmulas para aplicar enquanto que para esse feito ter um resultado com sucesso é necessário primeiramente um preparo com a teoria do assunto mesmo que o resultado venha da fórmula pois, em questões mais elaboradas será necessário esse conhecimento teórico para o uso efetivo da fórmula.

**Gráfico 6.** Resultado da questão 6 do questionário

**Fonte:** Acervo do autor

Segundo 85% quando um assunto da física não tem equações o desempenho é melhor, já 15% disseram que no momento em que um conteúdo da física não possui equações matemáticas o desempenho não é bom. Isso acontece pois quando os alunos estudam um tópico de física que possui alguma fórmula ele foca mais em tentar memorizar a fórmula para simplesmente aplicar valores e esquece que na realidade a física como um todo tem uma vasta teoria por trás de todas suas equações e é nesse aspecto que é fundamental o conhecimento para saber aplicar a equação de forma adequada. Quando um assunto não possui fórmulas não resta nada além da teoria para estudar então é nesse momento que inicia a confusão de que assuntos com fórmulas são difíceis.

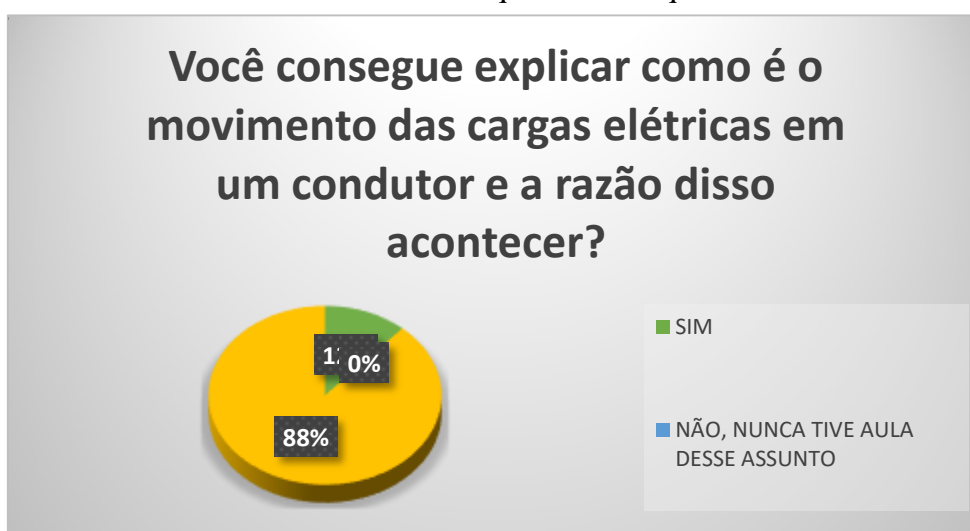
**Gráfico 7.** Resultado da questão 7 do questionário

**Fonte:** Acervo do autor

Com a finalidade de compreender se o método experimental seria melhor para o entendimento de assuntos de física. Nessa pergunta, 70% dos alunos achariam legal ter aula experimental para compreender um assunto, 21% disseram que ter aula experimental auxiliaria para um melhor entendimento dos assuntos, 9% achariam que seria mais difícil compreender com os assuntos de física com a utilização da aula experimental e nenhum aluno disse que experimental seria ruim para compreender a física. Tornando-se evidente que a maioria dos alunos entende que a utilização de aula experimental facilita na compreensão do conhecimento científico.

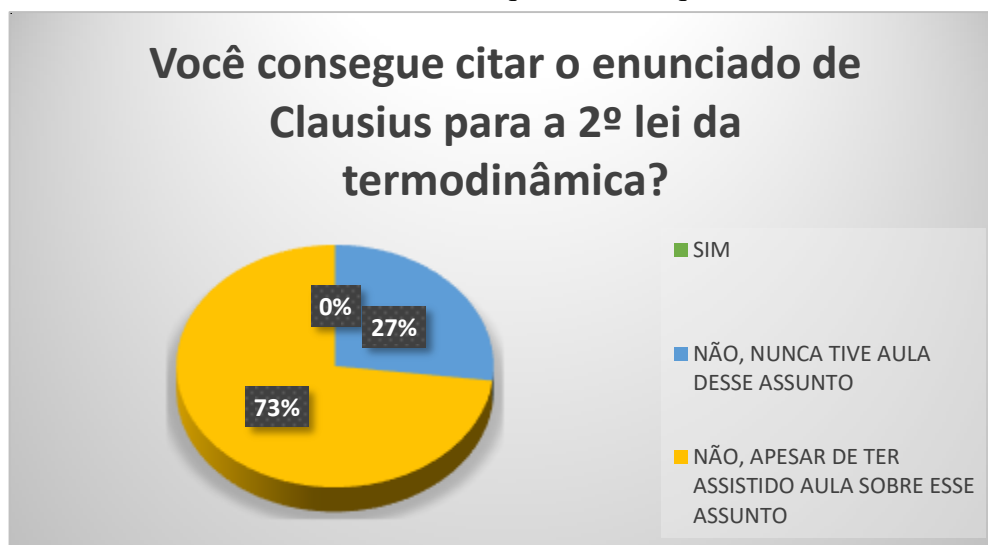
Em contra partida, alguns professores se mostram desestimulados com a utilização dessa metodologia educacional, visto que, as escolas e a direção mostram-se preocupados em cumprir um conteúdo curricular, que não inclui diretamente a participação de atividades em laboratório de física, ocorrendo em muitas vezes realizados de maneira extracurricular.

**Gráfico 8.** Resultado da questão 8 do questionário



**Fonte:** Acervo do autor

Nessa pergunta, o objetivo era saber se os alunos conseguiram explicar o movimento das cargas elétricas em um condutor e a razão disso acontecer. Em vista disso, 88% disseram que não conseguiram explicar apesar de já ter tido aula expositiva sobre esse assunto, 12% disseram que conseguiram explicar o movimento de cargas elétricas em um condutor e a razão disso acontecer, e nenhum aluno disse que não seria capaz de explicar o movimento das cargas por não ter tido aula sobre isso.

**Gráfico 9.** Resultado da questão 9 do questionário

**Fonte:** Acervo do autor

Em ultimo caso, procuramos entender se os alunos conseguem citar o enunciado de Clausius para 2 Lei da Termodiâmica, 73% não seriam capaz de citar o enunciado mesmo após ter uma aula de física, 27% não seriam capaz, pois nunca tiveram aula desse assunto e nenhum aluno seria capaz de citar o enunciado de Clausius para 2 lei da termodinâmica.

### 5.5. Experimentação e o Segundo Questionário

Ao decorrer da atividade, foi utilizado o experimento do plano inclinado para ilustrar conceitos de mecânica que poderia ser feita uma correlação com a natureza elétrica das cargas, bem como, a natureza térmica dos corpos, que foram analisados com base em um questionário que ilustrava essas situações. Objetivando assim, que os alunos utilizassem os conceitos vistos na sala de aula de uma maneira experimental, bem como, fazendo com que eles desenvolvam de modelos matemáticos sozinhos, desse modo, para que haja a construção da autonomia do conhecimento, desse modo, realizando correlações com o seu cotidiano, buscando associar a modelagem matemática a conceitos, teorias e leis físicas vistas em sala de aula.

**Figura 2.** Reconstituição do Plano inclinado de Galileu



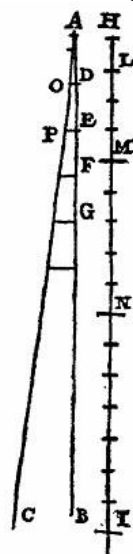
**Fonte:** (Museo Galileo, Florencia)

**Figura 3.** Sino de trilho, com um pêndulo, que registra a passagem da esfera no plano



**Fonte:** (Museo Galileo, Florencia)

**Figura 4.** Desenho original de Galileu do experimento do plano inclinado



**Fonte:** (Galilei, 1986)

### 5.6. Aplicação da modelagem matemática

Utilizando o experimento do plano inclinado com materiais de baixo custo (uma base de madeira e uma esfera de metal) foi realizada a demonstração visual de seus conceitos e leis. Com isso, foi efetuada a aplicação de um questionário para que fossem concretizadas as coletas de dados. Sendo assim, uma atividade pedagógica de ensino-aprendizagem quantitativa, para demonstração de seus resultados obtidos ao final da experiência educacional.

Nessa conformidade, o plano inclinado possibilita que ocorra a cooperação de conceitos e equações que se introduziram durante o ensino médio, não obstante, passaram a apresentar algumas lacunas teóricas, uma vez que, as metodologias de ensino-aprendizagem apresentadas em sala de aula se demonstrando como um método ineficaz para que os alunos absorva todo o conhecimento científico.

Dessarte, os alunos foram convidados a participar da atividade experimental, objetivando que eles desenvolvam formas diferenciadas de compreender assuntos relacionados à física.

Dessa forma, foi proposto a utilização da modelagem matemática associada à experimentação no ensino de física. Com a utilização do plano inclinado para abordar conceitos da natureza elétrica, mecânica e física térmica de forma conjunta. Com esse objetivo, foi aplicado um questionário, que compunha situações-problemas destes assuntos.

Isto posto, demonstrando a seguir algumas observações escritas por alunos que não foram identificados durante esse processo, a partir da primeira situação: Uma figura 01.a com um plano inclinado onde havia um bloco na altura máxima do plano e uma figura 01.b onde o

bloco estava localizada a mesma altura do plano inclinado conforme o questionário de aplicação em anexo, a primeira pergunta era a respeito dos possíveis estados de movimento dos blocos após serem soltos, indagando os alunos em qual situação o bloco iria desenvolver uma velocidade no plano inclinado, considerando a gravidade da terra; massa dos blocos sendo iguais e desprezando-se o atrito do plano.

Comentários:

Nesse momento ocorre o desenvolvimento do intelecto do aluno com base em assuntos relacionados à mecânica e suas aplicações no dia-a-dia, em que as respostas objetivas quanto à capacidade do bloco de deslocar no plano, das quais foi possível observar o grau de conhecimento com relação ao assunto.

Desse modo, os alunos desenvolveram conceitos a partir da situação-problema exposta, respondendo a partir de um questionário individual, de modo que, a grande maioria correspondeu ao conhecimento de física esperando. Expondo a seguir alguns relatos escritos

*“A base onde o bloco se encontra esta inclinada para baixo, pelo fato do bloco está em cima ele tende a descer, pois, se deslocando da altura mais maior para a menor, um exemplo disso é a rampa de skate” (resposta de um aluno(a) não identificado)*

Ao utilizar uma referência do cotidiano o aluno mostra-se com a capacidade de fazer a correlação de conceitos de física e a sua aplicabilidade. Dessa forma, atitude também exposta em outra situação relatada.

*“Quanto maior a altura mais força terá para de deslocar do potencial gravitacional maior para o menor, igual quando um carro desce uma ladeira” (resposta de um aluno (a) não identificado)*

Durante a aplicação houve diversos palpites que poderiam fazer o bloco começar a se deslocar. Vale ressaltar que sempre quando eles tentavam explicar, esses usavam exemplos do dia-a-dia como justificativa, isso mostra como os alunos conseguem absorver uma situação de forma melhor quando ele pode ver algo acontecendo ou mesmo vivenciando e realizando a ação.

Já na a segunda pergunta referia-se a natureza elétrica das cargas com relação as propriedades do campo elétrico, variação do potencial elétrico e com relação a sua natureza positiva ou negativa das cargas para efeito de comparação do sistema da terra com o bloco. Um dos conceitos abordados foi o comportamento de uma carga positiva abandonada sob ação exclusiva de um campo elétrico que se movimenta de forma espontânea para a região de menor potencial elétrico. Após uma breve explicação sobre esses conceitos foi pedido para os

alunos que escolhessem na tabela o modelo que eles achavam mais adequado para comparar com a terra e o bloco e após algumas discussões muito interessantes de ser observada (entre os alunos) um deles chegou a seguinte conclusão

*“Suponho que seja igual o exemplo do plano inclina que o professor fez, a carga elétrica se descola do ponto de maior potencial para o de menor potencial então é o exemplo do quadro de duas cargas positivas pq não tem massa negativa” (resposta de um aluno (a) não identificado)*

Após essa conclusão de um aluno que veio a partir de discussões entre eles, aproximadamente toda turma concordou com a ideia enquanto alguns ainda ficaram inseguros de concordar.

Desse modo, eles puderam fazer uma associação com um assunto de mecânica por meio do modelo que eles já têm um domínio melhor no qual os alunos do ensino médio costumam ter mais afinidade e facilidade na compreensão.

Com isso a próxima situação problema era a respeito de um cubo de gelo a 0 C localizado em um ambiente cuja a temperatura se encontrava em 29 °C, objetivando que os alunos ilustrassem o que aconteceria após alguns minutos, bem como, considerando a dissuasão a respeito desses fenômenos realizada em sala de aula o aluno deveria criar uma lei física sobre esta situação. Dessa forma, expondo assim algumas ilustrações que foram desenvolvidas.

*“A região que está com maior potencial de energia de temperatura passa calor pro de menor potencial de energia de temperatura de forma natural. A lei é que a temperatura do meio sempre influencia no corpo!”(resposta de um aluno (a) não identificado)*

O enunciado de Clausius para a segunda lei da termodinâmica diz que (RESNICK; HALLIDAY; KRANE, 2003)

*“É impossível a qualquer máquina cíclica produzir como único efeito a transmissão contínua de calor de um corpo a outro que esteja a maior temperatura”*

Ao fazermos uma comparação entre o enunciado de Clausius e a ideia desenvolvida pelo aluno pode notar que mesmo não sendo muito bem expressadas as palavras a ideia básica é a consideravelmente similar. Vale ressaltar que na fala do aluno foi usada as palavras “potencial de energia de temperatura” para se referir a região do ambiente do experimento que estava com temperatura maior que a do gelo. Essa ideia só foi concluída após uma discussão entre os alunos que ao comparar o calor como uma espécie de “objeto” que se deslocaria da

região de maior “potencial térmico” para a região de menor “potencial térmico” de forma natural.

Após essa experiência fazendo comparações entre os modelos construídos e analisados foi perceptível à expressão de animação ao compreender a semelhança entre os exemplos descritos.

Por consequência, a associação de conceitos de física e a sua correlação com a matemática utilizando como interligação modelagem matemática como uma metodologia de articular estes conhecimentos científicos foi de suma importância para que ocorresse a relação entre a natureza mecânica, elétrica e térmica. À vista disso, é perceptível que os alunos conseguiram apresentar conceitos de física, como também, suas aplicações no cotidiano. Nessa perspectiva, Araújo e Anjos (2006, p. 279) explicitam que a utilização da experimentação no ensino de ciências faz com que os alunos “desenvolvimento de algumas competências e habilidades, como interpretação da linguagem matemática envolvida na determinação dos parâmetros físicos de interesse”. Por conseguinte, a metodologia contribuiu para a autonomia educacional do estudante.

**Figura 5.** Estudantes da escola



**Fonte:** Acervo do autor

## Capítulo VI – CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A melhoria educacional tem sido a causa de melhorias da sociedade em vários campos, com isso, apesar das dificuldades encontradas durante o processo de desenvolvimento deste trabalho. No que tange a ensino na área de física, alguns teóricos demonstram que os alunos são relutantes na aprendizagem com modelagem matemática, mesmo que seja uma metodologia diferenciada. No entanto, foi possível perceber que a utilização na modelagem matemática associada à experimentação no ensino de física se demonstrou uma metodologia eficaz na turma que foi aplicada (considerando suas particularidades), uma vez que, os estudantes participaram da atividade de forma ativa, inclusive, expondo a aplicabilidade dos assuntos no seu cotidiano.

Assim, foram analisados os dados obtidos no questionário e com a aplicação em sala de aula de maneira teórica, buscando-se compreender as diferenças ocorridas antes e depois do processo, tendo como resultado principal a ocorrência da melhoria do entendimento de conteúdos que os alunos nem conseguiam explicar com uma aula tradicional.

Encontrar metodologias de ensino é algo que demanda tempo e trabalho. Não obstante, quando se escolher ser educador, principalmente, no ensino básico isto é algo conhecimento. Nessa perspectiva, ao desenvolver a aplicabilidade me deparei com diversos trabalhos acadêmicos desenvolvidos por uma gama de pesquisadores que obtiveram o ensino de ciências como foco fundamental de sua vida. Nessa perspectiva, foram de suma importância para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Com o objetivo de ser um alicerce para aprimorar práticas educacionais no ensino de física utilizando a modelagem matemática, a presente pesquisa se faz como uma ponta pé inicial para o desenvolvimento de um trabalho científico que será aprimorado com pesquisas de campo de ampla escala, aplicação da ferramenta em instituições de ensino públicas e privadas, bem como, em todos os níveis de escolaridade que a física e seus conceitos podem ser aplicados. Para que, demonstre aos profissionais da educação que essa ferramenta pode ser colocada em prática do âmbito ao fazer a pesquisa científica para este trabalho, foi possível perceber que as pesquisas acerca da modelagem matemática têm como duas direções principais: a primeira é utilizar argumentos rentáveis com baseamento teórico para que a modelagem matemática associada a outros conteúdos escolares seja inserida como uma abordagem pedagógica em sala de aula, a segunda, é a observação de como a inserção dessa metodologia são dificultosa por fatores internos e externos as instituições de ensino.

## Capítulo VII- REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. W; BRITO, D. O conceito de função em situações de modelagem matemática. Revista Zetetikê, v.12, n.23, p.42-61, jan/jun.2005

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília, 1999. 364 p.

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, H. C. A Matematização em Atividades de Modelagem Matemática. Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 8, n.3, p. 207-227, novembro 2015

ALMEIDA, Rafael Neves. Modelagem matemática nas atividades de estágio: saberes revelados por futuros professores. 2009. 138p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009

ALRO, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, Junho. 2003.

ARAÚJO, M. S. T.; ANJOS, Q. F. F. Determinação da sensibilidade de bobinas magnéticas utilizando a lei de indução de Faraday. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 23, n. 2, p. 277-287, 2006

ARAUJO, I. S., VEIT, E. A.; MORERIRA, M. A. Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos de Cinemática. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.26, n.2, 179-184, 2004

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática na sala de aula. In: ENCONTRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004a, Recife. Anais... Recife: ENEM, SBEM, 2004a. p. 1 – 10,

Minicurso GT 10 Modelagem Matemática, 2004a. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/10/MC86136755572.pdf>> Acesso em: 06/10/2019

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática na sala de aula. In: ENCONTRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004a, Recife. Anais... Recife: ENEM, SBEM, 2004a. p. 1 – 10, Minicurso GT 10 Modelagem Matemática, 2004a. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/10/MC86136755572.pdf>> Acesso em: 06/10/2019

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores. 2001, 253 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2001

BARBOSA, J. C. O que pensam os professores sobre a Modelagem Matemática? Zetetiké, Campinas, v. 7, n. 11, p. 67- 85, jul./dez. 1999.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática e os futuros professores. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 25., 2002, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ANPED, 2002. 1 CD-ROM.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? Veritati, n. 4, p.7-80, 2004.

BASSANEZI, R. C.; MEYER, J.F.C. Modelo alternativo ra a exploração de recursos renováveis: relatório IMECC. Campinas: Unicamp, 1983

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

BASSANEZI, Rodney Carlos. Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2010.

BASSANEZI, Rodney Carlos. Modelagem Matemática: teoria e prática. São Paulo: Contexto, 2015.

BATISTA, Michel Corci., FUSINATO, Polônia Altoé., BLINI, Ricardo Brugnole. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de Física. *Acta Scientiarum Human and Social Sciences*, 2009.

BATISTA.M.C.;FUSINATO.P.A. A UTILIZAÇÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO NO ENSINO DE FÍSICA. *REnCiMa*, v. 6, n. 2, p. 86-96, 2015

BDTD, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/> Acesso em 17 de Outubro de 2019

BERNSTEIN, B. *Pedagogy, symbolic control and identify: theory, research, critique*. Lanham: Rowman & Littlefield, 2000. 230

BIEMBENGUT, Maria Salett;HEIN, Nelson.*Modelagem Matemática no Ensino*.São Paulo:Editora Contexto.2003

BIEMBENGUT, M. S; Hein, N. *Modelagem matemática no ensino*. 3 ed. São Paulo: Contexto, 2003, 127p

BIEMBENGUT, M. S. *Modelagem matemática no ensino fundamental*. Blumenau: Edifurb, 2014.

BIEMBENGUT, M. S. 30 anos de modelagem matemática na educação brasileira: *Revista Alexandria*, v.2, n.2, p.7-32, 2009

Bisognin, E.; Bisognin. V.; *Modelagem Matemática: mapeamento de dissertações e teses produzidas nos programas de pós-graduação da região sul do Brasil*. *REVISTA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL (UFMS)*, v. 10, n.3 – 2017

BOFF E. T. de O.; FRISON M. D; DEL PINO J. C. *Formação inicial e continuada de professores: o início de um processo de mudança no espaço escolar*. In: GALIAZZI, M. do C. et al. (Org.). *Construção curricular em rede na educação em ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula*. Ijuí: Editora Unijuí, 2007. p. 69-90.

BORBA, M.; SKOVSMOSE, O. The ideology of certainty in mathematics education. For the learning of mathematics, v. 17, n. 3, p. 17-23, 1997.

BRANDT, C. F., BURAK, D., and KLÜBER, T. E., orgs. Modelagem matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações [online]. 2nd ed. rev. and enl. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016, 226 p. ISBN 978-85-7798-232-5. Available from: doi: 10.7476/9788577982325. Also available in ePUB from: <http://books.scielo.org/id/b4zpq/epub/brandt-9788577982325.epub>.

BURAK, D. Modelagem matemática e a sala de aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DA MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (EPMEM), Anais.... Londrina, 2004. \_\_\_\_\_. Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem

CALDAS, J. Museu Interativo da Física da UFPA: Ações educativas com ênfase em divulgação e popularização da História e da Filosofia da Ciência para o ensino de Física. 2015. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Pará, 2015

CAMPOS, Luís da Silva; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. Articulação do ensino de física com o ensino de matemática através da modelagem matemática e das atividades experimentais. Revista Metáfora Educacional (ISSN 1809-2705) – versão on-line. Editora Dra. Valdeci dos Santos. Feira de Santana – Bahia (Brasil), n. 19 (jul. – dez. 2015), 20 dez. 2015, p. 21-52. Disponível em: . Acesso em: 01 nov 2019

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/viiienpec/pdfs/1753.pdf>. Acesso em: 23 out. 2019

CAÑAL, P. et al. Investigar la escuela: elementos para una enseñanza alternativa. Sevilla: Díada, 1997.

CAÑAL, P. La investigación escolar, hoy. Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, n. 52. p. 9-19, 2007.

CAPES, Brasil. Banco de Teses . Disponível em:<http://bancodeteses.capes.gov.br>. Acesso em 11 Novembro 2019

CAPES, Brasil. Banco de Teses. Disponível em:<http://bancodeteses.capes.gov.br>. Acesso em 17 de Outubro de 2019

CHAVES, M. I. A.; ESPÍRITO SANTO, A. O. Possibilidades para modelagem matemática na sala de aula. Cap. 8. In: Práticas de modelagem:relatos de experiências e propostas pedagógicas. ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de, ARAUJO, Jussara de Loiola, BISOGNIN, Eleni (Coord.). Londrina: Eduel, 201

CHEVALLARD, Y., BOSH, M. e GASCÓN J. Estudar Matemáticas o Elo entre o Ensino e a Aprendizagem. Arimed. Porto Alegre, 2001.

Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. – Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio ; volume 2)

CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Disponível em: <http://www.cnpq.br/> Acesso em 17 de Outubro de 2019

DOROW, Kelli Cristina; BIEMBENGUT, Maria Salett. Mapeamento das pesquisas sobre modelagem matemática no ensino brasileiro: análise das dissertações e tesesdesenvolvidas no Brasil. Dynamis Revista Tecno-científica. Blumenau, SC: FURB, n.14,vol.1, p. 54-61, (jan-mar/2008). Disponível em[www.furb.br/dynamis](http://www.furb.br/dynamis).

D`AMBROSIO, U. Da realidade à ação. Campinas: Unicamp, 1986

EDWARDS, D: HAMSON, M. Guide to mathematical modeliing Boca Raton: CRC Press, 1990.

FERREIRA, N. S. de A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. Educação & Sociedade, v. 23, n. 79, p. 257-272, ago. 2002

FIORENTINI, D. *Brazilian research in mathematical modelling*. Sevilla: ICME, 1996. 20 p. Paper presented in the GT-17at 8th International Congress on Mathematical Education, Sevilla, 1996

FREITAS, M. T. M. et al. O desafio de ser professor de Matemática hoje no Brasil. In: FIORENTINI, D.; NARACATO, A. M. (Org.). *Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam Matemática*. Campinas: Editora Gráfica FE/UNICAMP, 2005. p. 99

FOX, J. L. A justification for mathematical modelling experiences in the preparatory classroom. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE MATHEMATICS EDUCATION RESEARCH GROUP OF AUSTRALASIA, 29., 2006, Canberra. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.merga.net.au/documents/RP232006.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2019. [ [Links](#) ]

Galileu Galilei, *Duas Novas Ciências* (Nova Stella, São Paulo, 1988).

Galilei, G. (1986). *Discursos sobre Duas Novas Ciências*. São Paulo: Nova Stella.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigação em Ensino de Ciências*, Rio Grande do Sul, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GASPARIN, João Luiz. *Uma Didática para a Pedagogia Histórico-Crítica*. 2 ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

GAVANSKI, Doroteya. Uma experiência de estágio supervisionado norteado pela modelagem matemática: indícios para uma ação inovadora. 1995. 174 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, Guarapuava, 1995

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.11, n.2, p.219-238, 2006.

GRECA, I. M. & SANTOS, F. M. T. dos. Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da física e da química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(1), p. 31-46. 2005

JACOBINI, O. A Modelagem Matemática como instrumento de ação política na sala de aula. 2004. 225f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

JULIE, C. People's mathematics and the applications of mathematics. In: LANGE, J. et. al. *Innovation in maths educations by modelling and applications*. Chichester: Ellis Horwood, 1993. p. 31-40.

JULIE, C. Prospective shouth african teachers' handling of pedagogical activities related to the applications of mathematics. In: GALBRAITH, P. et al. *Mathematical Modelling: teaching and assessment in a technology-rich world*. Chichester: Ellis Horwood, 1998. p. 291-300.

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.

LABURÚ, C. E. Problemas abertos e seus problemas no laboratório de física: uma alternativa dialética que passa pelo discursivo multivocal e univocal. *Investigações em Ciências*, v. 8, n. 3, p. 231-256, 2003

MALCOLM, C. Dividing the kingdom. In: GELLERT, U.; JABLONKA, E. (Ed.) *Mathematisation and demathematisation: social, philosophical and educational ramifications*. Rotterdam: Sense Publishers, 2007. p. 107-122.

MALHEIROS, A.P. Pesquisas em Modelagem Matemática e diferentes tendências em Educação e em Educação Matemática. *BOLEMA*, v. 26, n. 43, p. 861-882, 2012

MALHEIROS, A. P. S. A Produção Matemática dos Alunos em um Ambiente de Modelagem, Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2004

Museo Galileo, Florencia, <http://catalogo.museogalileo.it/oggetto/PianoInclinato.html> (capturado, Enero 2012).

MOREIRA, M. A. e OSTERMANN, F. Sobre o Ensino do Método Científico. Cad. Cat. Ens. Fís., Volume 10 no 2: pp. 108 – 117, 1993

OLIVEIRA, A. M. P; BARBOSA, J. C.; SANTANA, T. S. Modelagem matemática na sala de aula: uma compreensão acerca da resistência dos alunos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2009, Itatinga. Anais... Brasília: SBEM, 2009.1 CD-ROM

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS: ENSINO MÉDIO. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Brasília. 2006

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Matemática. Curitiba: Seed/DEB-PR, 2008

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 19, n. 1, p. 88 – 108, 2002

.

PONTE, J. P. M. Estudos de caso em educação matemática. Boletim de Educação Matemática, São Paulo, v. 19, n. 25, p. 23, 2006.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David e KRANE, Kenneth. Física 2. 4º edição. LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 2003.

RIBEIRO, M. S.; FREITAS, D. S.; MIRANDA, D. E. A problemática do ensino de laboratório de física na uefs. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 19, n. 4, p. 444 – 447, 1997.

ROBBINS, S. P. Comportamento Organizacional. 11. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 536 p. \_\_\_\_\_. Mudança Organizacional e Administração do Estresse: Comportamento Organizacional. Rio de Janeiro: LTC, 1999. 399 p

ROSITO, B.A. O ensino de Ciências e a experimentação. In: MORAES, R. Construtivismo e Ensino de Ciências: Reflexões Epistemológicas e Metodológicas. 2 ed. Porto Alegre: Editora EDIPUCRS, 2003. p. 195-208

ROMA, J. E. O curso de especialização em Educação Matemática da PUC-Campinas: reflexos na prática pedagógica dos egressos. 2002. 208f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas. 2002.

SERAFIM, M.C. A Falácia da Dicotomia Teoria-Prática. Revista Espaço Acadêmico, v.1, n.7, 2001. Disponível em: . Acesso em: 24 out. 2019

SILVA, C. A. M. Tecnologias da informação e comunicação na prática pedagógica de professores da área tecnológica de escolas técnicas: aprovação, resistência e indiferença. 2008. 141f. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Estácio de Sá, Curitiba, 2008.

Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani, et al. O experimento investigativo e representações de alunos de Educação: Teoria e Prática –Vol. 22, n. 40, Período mai/ago-2012

SILVEIRA, D. S. Professores dos Anos Iniciais: experiências com material concreto para o ensino de Matemática. Rio Grande: FURG, 2012. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande, 2012.

SILVEIRA, E. ; CALDEIRA, A. D. . Modelagem na Educação Matemática brasileira: um panorama da produção nacional de teses e dissertações. In: V Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, 2007, Ouro Preto. Anais.... Ouro Preto: UFOP, 2007. \_\_\_\_\_. Modelagem Matemática em Educação no Brasil: entendendo o Universo de Teses e Dissertações. Curitiba, 2007, 197p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SILVEIRA, E.; JESUS, R. V. de. Projetando uma sala de informática na escola com o uso da Modelagem Matemática. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2005, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2005. 1 CD-ROM

SILVEIRA, E. Modelagem matemática em educação no Brasil: entendendo o universo de teses e dissertações. 2007. 208 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007

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

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

SOUSA, E.S.; LARA.I.C.M.; RAMOS, M.G. CONCEPÇÕES DE MODELAGEM E A PESQUISA EM SALA DE AULA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA *Revista Exitus*, Santarém/PA, Vol. 8, Nº 1, p. 250 - 275, JAN/ABR 2018.

TARP, A. Mathematics before or through applications: Top-down and bottom-up understandings of linear and exponential functions. In: MATOS, J. F. et al. (Eds) *Modelling and mathematics education*. Chichester: Ellis Horwood, 2001. p.119-129.

VEIT, E. A; TEODORO, V. D. Modelagem no ensino/aprendizagem de Física e os novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. *Rev. Bras. Ens. Fis.* vol.24, n.2, junho2002.

VIDOTTI, Daniela Barbieri ; KATO, L. A. . Um estudo das teses e dissertações que tratam da Modelagem Matemática no ensino em cursos de licenciatura em matemática. In: VI Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática, 2014, Curitiba. *Rumos e Avanços da Modelagem na Educação Matemática*. Curitiba, 2014

WITTEGENSTEIN, L. *Investigações filosóficas*. Tradução de: José Carlos Bruni. São Paulo: Editora Nova Cultural Ltda, 1999.

# ANEXO

## ANEXO 1

## Questionário

1- Você gosta de estudar física?

( ) Sim ( ) Não

Justifique sua resposta:


2- Quando você compreende algum assunto relacionado à física, isso deixa você animado?

( ) Sim ( ) Não ( ) Mesmo quando entendo não gosto de física

3- Você alguma vez participou de uma aula prática de física?

( ) Sim ( ) Não ( ) O professor nunca propôs essa ideia

4- Você acha que uma aula experimental ajudaria na compreensão da física?

( ) Sim ( ) Não

5- Quanto a matemática aplicada a física, o que mais atrapalha seu estudo?

( ) Decorar as equações

( ) Mesmo após decorar equações não conseguir aplicar

( ) outro motivo


6- Quando um assunto de física não tem equações você costuma ter um melhor desempenho?

( ) sim ( ) Não

7- Você acha que, se no lugar da aula tradicional (aula puramente expositiva) houvesse um método de aprendizagem onde você em conjunto do professor iria tentar desenvolver os conceitos físicos por meio de observações experimentais, criando hipóteses para então chegar a uma conclusão do assunto, seria melhor?

( ) Sim ( ) Não ( ) Acho que seria mais difícil ( ) Sim, pois seria legal pensar como os antigos físicos pensaram.

8- Você consegue explicar como é o movimento das cargas elétricas em um condutor e a razão disso acontecer?

( ) sim ( ) Não, nunca tive aula desse assunto ( ) Não, apesar de ter assistido aula sobre esse assunto


- 9- Você consegue citar o enunciado de Clausius para a 2º lei da termodinâmica?  
 sim  Não, nunca tive aula desse assunto  Não, apesar de ter assistido aula sobre esse assunto


Turma:

Idade:

## ANEXO 2

## Aplicação em sala de aula

## Natureza Mecânica

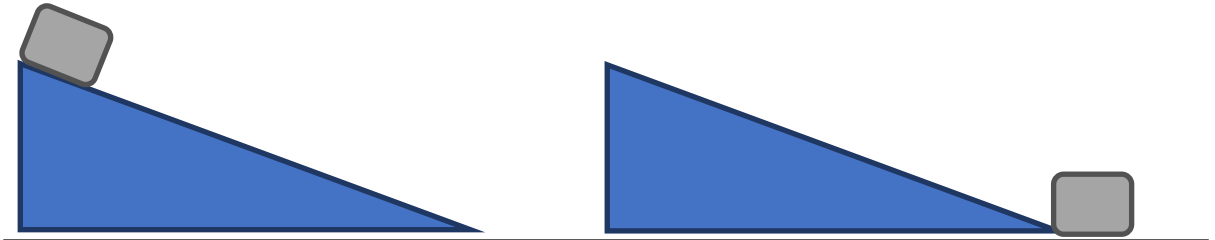


Figura 01.a

Figura 01.b

1. Considerando que cada bloco no plano inclinado esteja inicialmente fixo e que após alguns instantes sejam soltos, em qual figura o bloco deve começar a **desenvolver uma velocidade?**







Considere a gravidade da terra; a massa dos blocos iguais; despreze o atrito.

Na figura 01.a descendo.  Na figura 01.b subindo.

2. O que permite com que o bloco tenha a capacidade de se deslocar?

--

## Natureza Elétrica

<input type="checkbox"/> 		<input type="checkbox"/> 	
<input type="checkbox"/> 		<input type="checkbox"/> 	

Na tabela acima considere a carga maior fixa na sua posição e a carga menor livre para se deslocar. Marque qual o modelo tem mais semelhança com um sistema constituído pela terra e um corpo de massa  $m$ .

--

### Natureza térmica

Considere um ambiente cuja temperatura local é de  $29^{\circ}\text{C}$  e nesse local se encontra um cubo de gelo a  $0^{\circ}\text{C}$ .



Descreva e ilustre o que deve acontecer após alguns minutos. Considerando sua experiência com o exemplo citado e a discussão em sala de aula crie uma lei sobre o fenômeno


## ANEXO 3

### Teste Vocacional

1- Você pretende fazer faculdade:

- ( )Pensa em fazer algum curso por que seus país querem
- ( )Talvez, mas ainda não pensou sobre isso
- ( )Penso, mas não tenho um curso em mente
- ( )Penso, e já tenho um curso em mente
- ( )Penso, mas estou em dúvida quanto ao curso

2- Qual área do conhecimento que você mais se identifica;

- ( )Ciências Biológicas
- ( )Ciências Humanas
- ( )Ciências Exatas
- ( )Ciências Naturais

( )Linguagens

3- Se você fosse professor, qual matéria você ministraria aula:

( )Matemática ou Física

( )Biologia ou Química

( )Português ou Literatura

( )História ou Geografia

( )Artes ou Educação

4- O que você entende a respeito de ser professor:

( )Uma profissão incrível

( )Uma profissão necessária

( )Uma profissão mediana

( )Uma profissão desvalorizada

( )Uma profissão ruim

5- Você pretende ser professor

( )Sim, pois acho uma profissão inspiradora

( )Sim, faria apenas pelo dinheiro

( )Talvez, se fosse necessário

( )Não, mas faria se não houvesse outra alternativa

( )Não, fazia nem se não tivesse outra alternativa