

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE  
DO NORTE

HERONILZA SILVA LIMA

**CONEXÃO ENTRE A MATEMÁTICA E A FÍSICA: A INTERDISCIPLINARIDADE  
EXPLICANDO O FUNCIONAMENTO DE UM ARREFECEDOR CASEIRO, O ECO  
COOLER**

NATAL

2018

HERONILZA SILVA LIMA

**CONEXÃO ENTRE A MATEMÁTICA E A FÍSICA: A INTERDISCIPLINARIDADE  
EXPLICANDO O FUNCIONAMENTO DE UM ARREFECEDOR CASEIRO, O ECO  
COOLER**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientadora: MSc. Margareth Santoro Baptista de Oliveira

NATAL

2018

Lima, Heronilza Silva.

L732c Conexão entre a matemática e a física: A interdisciplinaridade explicando o funcionamento de um arrefecedor caseiro, o eco cooler / Heronilza Silva Lima. – Natal, 2018.  
54 f : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2018.

Orientador (a): Me. Margareth Santoro Baptista de Oliveira.

1. Método de ensino – Ensino. 2. Matemática – interdisciplinaridade. 3. Eco cooler – investigação científica. I. Oliveira, Margareth Santoro Baptista. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. III. Título.

CDU 51(813.2)


HERONILZA SILVA LIMA

**CONEXÃO ENTRE A MATEMÁTICA E A FÍSICA: A INTERDISCIPLINARIDADE  
EXPLICANDO O FUNCIONAMENTO DE UM ARREFECEDOR CASEIRO, O ECO  
COOLER**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Trabalho de conclusão de curso apresentado e aprovado em: 17 / 12 / 2018 pela seguinte Banca Examinadora:

Banca Examinadora




Margareth Santoro Baptista de Oliveira, MSc. - Presidente

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Eulália Raquel Gusmão de Carvalho Neto, Dra. - Examinadora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Wharton Martins de Lima, MSc. - Examinador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Dedico este trabalho a minha família e amigos que diretamente ou indiretamente participaram no desenvolvimento desse trabalho. Em especial aos meus pais que sempre me apoiaram nas minhas ideias e, também, a minha orientadora que me incentivou de forma grandiosa nesse trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo imenso amor e presença constante em minha vida. Amor que me impulsionou a almejar corretamente e a conquistar meus objetivos com discernimento e força.

A minha mãe, Maria Cícera do Nascimento, por me ensinar seus valores edificantes, solidários e profundos. Ao meu pai, Heraclides Silva de Lima, por me ensinar a ser justa, forte e criativa. A minha irmã, Jucélia Silva de Lima, por me ajudar a ser uma pessoa mais crítica, observadora, madura e atenta.

Agradeço, também, aos excelentes professores que formam o quadro de docentes do IFRN-CNAT, em especial a minha orientadora Margareth Santoro Baptista de Oliveira pela sabedoria e dedicação ao serviço docente.

Agradeço aos meus amigos pelos divertidíssimos momentos de descontração e solidariedade. Enfim, agradeço a vida pelas maravilhosas oportunidades e desafios que me fizeram enxergar o mundo com mais clareza e me ajudaram a moldar com mais força a minha personalidade de guerreira.

A Física é a poesia da natureza. A Matemática, o idioma.

Antônio Gomes Lacerda (2005)

## RESUMO

A Matemática, com sua linguagem própria e refinada, sempre teve um papel central na maneira de compreensão do homem em relação ao mundo que o cerca. Por isso, a Ciência, em particular a Física, vale-se dela para expressar seu pensamento, de forma racional e lógica. Configura-se dessa forma, a proposição do presente trabalho de contextualizar o estudo de gráficos de funções polinomiais de graus zero e um a partir da análise física do funcionamento de um arrefecedor caseiro, o Eco Cooler (EC), com o intuito de despertar o interesse pela investigação científica e, dessa forma, possibilitar um ensino mais atrativo e produtivo na formação de cidadãos críticos e criativos. A metodologia efetivou-se no levantamento bibliográfico para o desenvolvimento de uma pesquisa explicativa, apossando-se do método experimental para identificar, por meio da linguagem gráfica matemática, a causa do efeito refrigerador provocado pelo EC. Linguagem esta, relacionada com a capacidade de organização de dados de maneira sistemática, sintética e eficiente para compreensão e interpretação de um fenômeno. O percurso foi desenvolvido em quatro etapas consecutivas: conhecimento da produção acadêmica existente, confecção do EC, coleta de dados em laboratório com sua transcrição gráfica e análise dos dados como proposição de modelos matemáticos. A partir da coleta de dados aferidos e construção desses modelos, foi possível avaliar e prever o comportamento das grandezas físicas envolvidas no processo. Logo, mediante a exploração do conceito de funções polinomiais de graus zero e um, e recorrendo a sua representação gráfica, concluiu-se que o efeito refrigerador não era produzido por uma diminuição de temperatura interna do ambiente. Destarte, apresentar um conteúdo matemático por intermédio da contextualização é uma proposta metodológica para o ensino de uma forma mais significativa, sempre na busca de maneiras de desvelar qual o papel desempenhado pela Matemática nas Ciências.

Palavras-chave: Matemática. Física. Interdisciplinaridade. Linguagem gráfica matemática. Eco cooler.



## ABSTRACT

Mathematics, with its own refined language, has always played a central role in man's understanding of the world around him. Therefore, Science, in particular Physics, uses it to express its thinking, in a rational and logical way. Thus, the proposition of the present work is to contextualize the study of graphs of zero-degree polynomial functions and one from the physical analysis of the operation of a homemade cooler, the Eco Cooler (EC), in order to awaken the interest in scientific research and thus enable a more attractive and productive teaching in the formation of critical and creative citizens. The methodology was carried out in the bibliographic survey for the development of an explanatory research, taking advantage of the experimental method to identify, through the graphic language, the cause of the cooling effect provoked by the EC. Language is related to the capacity of data organization in a systematic, synthetic and efficient way to understand and interpret a phenomenon. The course was developed in four consecutive stages: knowledge of the existing academic production, preparation of the EC, collection of data in the laboratory with its graphic transcription and data analysis as proposition of mathematical models. From the data collection and construction of these models, it was possible to evaluate and predict the behavior of the physical quantities involved in the process. Therefore, through the exploration of the concept of zero-degree and one-degree polynomial functions, and using its graphical representation, it was concluded that the cooling effect was not produced by a decrease in the internal temperature of the environment. Therefore, presenting a mathematical content through contextualization is a methodological proposal for teaching in a more meaningful way, always in search of ways to reveal the role played by mathematics in science.

Keywords: Mathematics. Physics. Interdisciplinarity. Graphic language. Eco cooler.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fotografia 1: Protótipo do EC	27
Fotografia 2: Túnel de Vento	28
Fotografia 3: O Arduíno com sensores	29
Figura 1: Print de registro Arduíno	30
Figura 2: Instrumentos de coleta: (a) termo-higrômetro eletrônico, (b) anemômetro e (c) multímetro	31
Fotografia 4: Medições realizadas no Laboratório de Física do IFRN/CNAT	31
Quadro 1: Correlação entre os dispositivos periféricos utilizados e as grandezas medidas	34
Esquema 1: Representação da garrafa pet e o fluxo d massa de ar, com suas respectivas velocidades	38
Esquema 2: Escoamento dos fluidos sob ação das forças $\vec{F}_e$ e $\vec{F}_i$	40
Gráfico 1: Gráfico da temperatura interna ( $\Theta_i$ ) versus velocidade do ar de entrada ( $v_e$ ) e a relação funcional entre as grandezas	43
Gráfico 2: Gráfico de velocidade de ar – área menor ( $V_{Am}$ ) versus velocidade do ar – área maior ( $V_{AM}$ ) e a relação funcional entre as grandezas	44
Gráfico 3: Temperatura interna ( $\Theta_i$ ) versus temperatura externa ( $\Theta_e$ ) e a relação funcional entre as grandezas	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Velocidade do vento na entrada do EC ( $v_e$ ) e temperatura interna ( $\theta_i$ )	35
Tabela 2: Velocidade do vento na saída do túnel de vento variando o seu diâmetro	36
Tabela 3: Temperatura externa ( $\theta_e$ ) e temperatura interna ( $\theta_i$ )	37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNAT	Campus Natal Central
CREF	Centro de Referência para o Ensino de Física
EC	Eco Cooler
IFRN	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
MEC	Ministério Da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>O DOCENTE DE MATEMÁTICA</b>	<b>16</b>
2.1	O PAPEL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA NO PROCESSO ENSINO- APRENDIZAGEM	16
2.2	A RELAÇÃO DA MATEMÁTICA COM A FÍSICA: O CONHECIMENTO FÍSICO COMO FERRAMENTA PARA O PROFESSOR DE MATEMÁTICA	19
<b>3</b>	<b>A LINGUAGEM GRÁFICA MATEMÁTICA CONTEXTUALIZADA POR MEIO DA FÍSICA</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DA PESQUISA</b>	<b>25</b>
4.1	ABORDAGEM METODOLÓGICA	25
4.2	A CONSTRUÇÃO DO ECO COOLER (EC)	27
4.3	A COLETA E O TRATAMENTO DE DADOS	28
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>33</b>
5.1	O RELATO DA EXPERIMENTAÇÃO	33
5.2	A LINGUAGEM GRÁFICA PARA ANÁLISE DOS DADOS E A DESCRIÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO	37
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Matemática surgiu da necessidade real de resolver problemas. Para Neto (2011, p.9) “a Matemática primitiva se desenvolveu de acordo com as necessidades práticas da sociedade” e, ainda, Rossetto (2013, p. 11) afirma que ela (a Matemática) “teve sua origem baseada na necessidade de cada povo, e é utilizada pelo homem, desde a antiguidade, para facilitar a vida e organizar a sociedade”. O formalismo matemático tem se mostrado a linguagem mais apropriada e pertinente como forma de expressão do pensamento científico (BATISTA; MOZOLEVSKI, 2010).

Entretanto, esse formalismo nem sempre é compreendido. É no ambiente escolar, na figura do professor, que deve ocorrer o debate, a discussão sobre esse assunto de maneira a propiciar seu entendimento gradual oportunizando ao aluno um ensino significativo, atraente e produtivo.

Entendendo a Matemática como uma linguagem, percebemos que esta é a estruturante da Ciência, possibilitando argumentação de ideias sobre a natureza, sendo não apenas um instrumento de comunicação, mas também uma forma de “expressão do nosso próprio pensamento” (PIETROCOLA, 2002). O desenvolvimento e compreensão dessa linguagem é gradual e está vinculado a experiência de cada aluno (BIANCONI, 2002), havendo a necessidade de explicitar ao estudante os aspectos essenciais presentes nas entidades matemáticas, permitindo, assim, o seu uso como ferramenta para interpretação de determinado fenômeno (KARAM e PIETROCOLA, 2009). Apesar de ser uma linguagem requintada, é apropriada para descrever fenômenos de forma adequada (BATISTA e MOZOLEVSKI, 2010).

Contudo, parte dos alunos, seja da educação básica ou até mesmo de pessoas já egressas desse nível de ensino, muitas vezes, não conseguem entender e assimilar de forma conveniente conceitos matemáticos que lhes são apontados no decorrer de sua formação acadêmica. Uma argumentação para esse contexto, segundo SILVA et al. (2014), é que os professores, muitas vezes, apresentam questões descontextualizadas da realidade. Além disso, traduzir essa linguagem e o raciocínio lógico contidos em textos matemáticos nem sempre é algo tão fácil, pois depende de um refinamento e capacidade de organização do pensamento e do aprendizado de algo que não é corriqueiro. Bassanezi (1999) afirma que a criação matemática tem ocorrido de forma dissociada do contexto sócio-cultural-político, tornando-se pouco utilitária e apresentando-se como fruto exclusivo da mente humana como uma linguagem que almeja essencialmente elegância e rigor. Por isso torna-se indispensável o desenvolvimento de atividades que correlacionem uma Matemática que ultrapassa as limitações dos componentes

curriculares. Isto porque a educação escolar possui uma visão fragmentada, onde cada coisa é vista sob prismas distintos, promovendo um afastamento das temáticas de sala de aula da realidade vivida pelos estudantes, acarretando o crescente desinteresse dos alunos pela aprendizagem desse conhecimento. O próprio Ministério da Educação (MEC) reconhece que o Ensino Médio tem se caracterizado por uma ênfase na estrita divisão disciplinar do aprendizado. Nesse contexto, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) já enfatizavam a importância dessas atividades de forma a oferecer condições para integração entre conteúdos escolares e temas atuais e diversificados, visando não somente a formação no sentido profissionalizante, como também a formação cidadã no sentido mais amplo (BRASIL, 1999).

Contudo, é preciso um redimensionamento do papel do aluno: de agente passivo para gestor da construção do seu conhecimento; assim como a redefinição, ainda atual, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (1997), da atribuição do professor. Seu papel ganha novas dimensões: (a) organizador da aprendizagem sendo capaz de escolher situações-problemas que possibilitem a construção de conceitos/procedimentos a partir dos objetivos a serem alcançados; (b) consultor em que fornece informações necessárias para agregar um valor formativo no que diz respeito ao desenvolvimento do pensamento e raciocínio do estudante, e (c) mediador ao promover o debate e as considerações de cada aluno dando prioridade à qualidade do processo. Numa sociedade que está sempre em transformação, o professor contribui com seu conhecimento e sua experiência, induzindo o aluno a adquirir uma posição crítica e criativa do e no espaço no qual está inserido. O docente, na sua prática pedagógica, deve estar voltado ao ensino dialógico, já que a aprendizagem ocorre a partir da interação com os outros – é o processo aprender a aprender – o professor deve provocar o aluno a tornar-se um sujeito da ação.

A construção de um novo conhecimento escolar transcorre pelo desenvolvimento de um pensamento interdisciplinar que, segundo Augusto et al. (2004), é entendido como a necessidade de integrar, articular, trabalhar em conjunto. Na perspectiva do avanço de trabalhos interdisciplinares, sem fragmentação e descontextualização do conhecimento, é imprescindível a integração das disciplinas escolares de modo a torná-lo vinculado à realidade social como atividade humana estabelecida de forma coletiva e dependente do contexto no qual foi gerado. É a proposição não apenas de trazer o real para a sala de aula, mas de criar condições para que os alunos revejam os eventos da vida real numa outra perspectiva.

Nesse cenário, temos a Física, cuja finalidade é a compreensão dos fenômenos naturais a partir da construção intelectual que esclareça tais fenômenos previamente observados por

meio de sua análise, e, segundo Batista e Mozolevski (2010), uma linguagem apropriada que modele tal fenômeno de forma adequada é a linguagem matemática, a qual tem se mostrado a mais pertinente para o propósito da elaboração de teorias físicas. Michel Patty (1995, p. 237), diz que “para a Física, a Matemática representa, assim, um meio de investigação excepcional e constitutivo –, pois sem ela não haveria, em especial, essa vocação unitária que a constitui como a Física, ciência do universo material”.

Naturalmente, a Física não se resume à Matemática, mas também não pode dispensá-la. Como forma de descrever essa relação de grande proximidade, por meio de um ensino contextualizado, investigativo e interdisciplinar, esse trabalho tem como objetivo geral expor a possibilidade de um planejamento de uma aula, interdisciplinar e contextualizada, de Matemática sobre gráficos de funções a partir do estudo e elucidação da causa do efeito refrigerador provocado por um arrefecedor caseiro, conhecido por Eco Cooler<sup>1</sup> (EC), isto é, por meio da interpretação de um fenômeno físico. No contexto educativo, é uma ferramenta pedagógica na qual docentes e futuros educadores de Matemática e/ou Física, poderão alicerçar seus planejamentos sob o prisma da complementaridade entre essas disciplinas, propiciando aos educandos conhecimentos necessários para o desenvolvimento de sua criatividade, criticidade e autonomia no processo de ensino-aprendizagem. Esse trabalho é a continuação do projeto intitulado “Uma Modelagem do ar condicionado de Bangladesh – Índia”, apresentado no 4º (quarto) período do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, campus Natal-Central (IFRN/CNAT), no Seminário de Orientação de Projeto Integrador II orientado pelo professor Wharton Martins de Lima.

Para isso, a partir de um protótipo do Eco Cooler (EC), confeccionado com materiais reutilizáveis e de baixo custo, e, após estudo sobre as grandezas físicas envolvidas em seu funcionamento – fundamentado no estudo teórico sobre calor, temperatura, sensação térmica e noções de hidrodinâmica –, são coletados valores dessas grandezas por meio de medições realizadas no Laboratório de Física do IFRN/CNAT e, esses valores, plotados graficamente. Investiga-se a causa do efeito refrigerador, utilizando a linguagem gráfica matemática segundo a descrição de um modelo matemático por meio de funções polinomiais, com fundamento no comportamento da grandeza física temperatura em relação a velocidade do ar e umidade do ar. Por intermédio da caracterização da causa do efeito refrigerador provocado pelo EC e partindo

---

<sup>1</sup> O Eco-Cooler é um ar-condicionado que não usa a eletricidade.



da ideia de que toda a ciência é construída através de necessidades reais, além de buscar um paralelo com as dificuldades de compreensão dos alunos em relação a determinados conteúdos, este trabalho representa um instrumento incitador do potencial criativo dos discentes para a educação científica e tecnológica de descrição de fenômenos do cotidiano, explorando a relação mútua entre a Matemática e a Física por meio de um ensino contextualizado, investigativo e interdisciplinar.

Para o planejamento dessa aula interdisciplinar, contextualizada e complementar entre as disciplinas de Matemática e Física confeccionou-se um protótipo do EC e, por meio do estudo de seu funcionamento baseando-se nas relações funcionais entre as grandezas físicas envolvidas, caracterizado os modelos matemáticos a partir da interpretação e tradução da linguagem matemática utilizada nesse processo.

A estrutura deste trabalho divide-se em 6 (seis) capítulos. No Capítulo 1 é apresentada a introdução. O papel do professor de Matemática no processo ensino-aprendizagem é descrito no Capítulo 2, ressaltando a relevância da atuação docente e a importância do conhecimento físico como ferramenta estruturante das aulas para o professor de Matemática. A contextualização da linguagem gráfica, por meio da disciplina de Física, é apresentada no Capítulo 3. O Capítulo 4 se destina a metodologia, no qual são expostas a construção do Eco Cooler e a coleta e o tratamento de dados. Os resultados e discussões são apresentados no Capítulo 5, a partir do relato da experimentação e da apresentação da linguagem matemática para análise e descrição do modelo matemático. As considerações finais são relatadas no sexto capítulo. E, por fim, apresentamos as referências bibliográficas.

## 2 O DOCENTE DE MATEMÁTICA

A Matemática está presente em diversos lugares ao nosso redor, no entanto notá-la não é tão fácil. Por se tratar de uma área abstrata fica difícil percebê-la. É nesse contexto que o professor de Matemática deve entrar, tornando-se o mediador principal de todo o processo entre o aluno e o conhecimento, propiciando um ambiente de investigação e conhecimento.

### 2.1 O PAPEL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM

A Matemática, ao longo da história, sempre teve um papel central na maneira de compreensão do homem em relação ao mundo que o cerca (MOL, 2013). Ela possui uma linguagem própria capaz de explicar fenômenos da natureza como também resolver toda sorte de problemas, os quais nem sempre podem ser percebidos de maneira precisa por serem, muitas vezes, abstratos (ZUFFI; PACCA, 2002).

Elucidar essa linguagem e o raciocínio lógico contidos em textos matemáticos nem sempre é algo fácil de alcançar e, por ser requintada, depende de um refinamento e capacidade de organização do pensamento e do aprendizado. O desenvolvimento do entendimento é gradual e está vinculado a experiência de cada aluno (BIANCONI, 2002). Sendo assim, conforme Karam e Pietrocola (2009), é preciso explicitar ao estudante os aspectos essenciais presentes nas entidades matemáticas que permitem às Ciências usá-la como ferramenta na interpretação de determinado fenômeno, já que tem se mostrado a mais pertinente para o propósito da elaboração das teorias científicas (BATISTA; MOZOLEVSKI, 2010).

É no ambiente escolar que a sede pela investigação científica deve ser incitada, de forma a propiciar um ensino atraente e produtivo na formação de alunos criativos, submetendo-os ao ensino de algo de forma significativa (NERVO; FERREIRA, 2015). O professor deve ser o estimulador de todos os processos que preparam os alunos, não apenas para as exigências do mercado de trabalho, mas os levam a tornar-se cidadãos críticos capazes de transformar o mundo ao seu redor por meio do conhecimento. O docente precisa assumir o papel de mediador no processo ensino-aprendizagem abandonando a ação automatizada e padronizada, na qual o aluno aprende técnicas para resolução de problemas sem constatar sua relação com algo prático. Ou seja, é preciso repensar a forma como a Matemática é ensinada no contexto das Ciências (PIETROCOLA, 2002).

De acordo com Bassanezi (1999, p. 9):

Na verdade, a produção matemática tem ocorrido de modo supostamente desvinculado de um contexto sócio-cultural-político e com pouca preocupação em tornar-se utilitária ou mais bem definida em suas metas - o que, de certo modo, diferencia a Matemática de outras Ciências.

Percebe-se a indispensabilidade de reflexão no que diz respeito à produção matemática: a necessidade de propostas de atividades interdisciplinares que contemplem uma Matemática que se situa para além dos componentes curriculares.

Os conhecimentos matemáticos são fundamentais para a compreensão e atuação no mundo; não estão restritos apenas à quantificação de fenômenos determinísticos, mas também estuda a incerteza originária de fenômenos de caráter probabilístico. É necessário buscar formas de desvelar qual o papel da Matemática no mundo real, pois as transformações na atualidade exigem cada vez mais uma complexidade do ensino dessa disciplina, já que está intimamente envolvida no proveito e consequências que as áreas do conhecimento trouxeram e ainda trazem para a sociedade (KALINKE, MOCROSKY; STEPHAN, 2013). Para isso, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (2017, p.264),

O Ensino [...] deve ter o comprometimento com o letramento matemático, definido como as competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas.

Nesse cenário, o professor de Matemática conscientiza-se de que componentes teóricos de outras áreas do conhecimento são ferramentas que possibilitam a contextualização dos conceitos matemáticos a serem abordados em suas aulas. A interpretação e apropriação desses conceitos o capacita no momento de “saber para ensinar” de forma a utilizar tais saberes como ferramentas para abordagem de conhecimentos matemáticos específicos. A possibilidade de estudar conceitos específicos da disciplina de Matemática utilizando, não o ensino tradicional – mecanicista e autoritário –, mas levando em consideração outras propostas metodológicas, como a descrição de fenômenos físicos para pleitear esses conceitos, possibilita ao aluno a participação ativa do processo de construção desse conhecimento. Segundo Fazenda (2014, p.10)

Cada disciplina precisa ser analisada não apenas no lugar que ocupa ou ocuparia na grade, mas, nos saberes que contemplam, nos conceitos enunciados e no movimento que esses saberes engendram, próprios de seu

lócus de cientificidade. Essa cientificidade, então originada das disciplinas ganha *status* de interdisciplinar no momento em que obriga o professor a rever suas práticas e a redescobrir seus talentos, no momento em que ao movimento da disciplina seu próprio movimento for incorporado do mundo.

A exigência interdisciplinar requer do professor um delineamento de novos campos teóricos que permitirão novas formas de cooperação de competências múltiplas (FAZENDA, 1998). É um contínuo trabalho de construção e desconstrução do saber, que potenciam a aprendizagem e o desenvolvimento pessoal (HAMIDO; AZEVEDO, 2013).

Entretanto, muitas vezes existe a falta tanto da compreensão desse universo quanto dos conhecimentos matemáticos, propriamente ditos, por parte dos mestres e, conseqüentemente, de seus alunos. Não obstante, a questão reside não somente na fragmentação do conhecimento em disciplinas específicas gerando alienação já que não favorece a comunicação e o diálogo entre os saberes (PETRAGLIA, 1995 apud AUGUSTO et al., 2004, p. 279), mas também na forma como a Matemática é ensinada no contexto das Ciências (PIETROCOLA, 2002). Mudanças devem ocorrer tanto na formação do futuro professor, que deve passar, como diz Fazenda (2011), de uma relação pedagógica baseada na transmissão do saber de uma matéria a uma relação pedagógica dialógica, assim como em muitas práticas escolares, por exemplo, o operativismo mecânico – no qual o aluno aprende técnicas aritméticas e depois realiza alguns cálculos, não constata sua relação com algo prático – e da maneira como ocorre o processo de transferência da informação – no qual o professor é o possuidor do conhecimento. Por isso, a importância de ensinar Matemática de uma forma contextualizada, integrada e relacionada a outros conhecimentos, mobilizando conceitos entre contextos, permitindo assim, ao aluno, compreender e interpretar situações de maneira a argumentar, analisar e avaliar as ações, tornando-se um agente ativo no meio em que está inserido. O Programme for International Student Assessment (PISA) (2012) ressalta a necessidade do uso da Matemática de maneira contextualizada, além da importância da experiência em sala de aula, para que seja suficientemente rica de forma a possibilitar o letramento matemático<sup>2</sup>. Essa reorganização requer dos educadores uma revolução em seu fazer pedagógico, exigindo constante reflexão sobre novos pareceres no processo ensino-aprendizagem. Os PCNEM já enfatizavam a importância de atividades interdisciplinares de forma a oferecer condições para integração entre

---

<sup>2</sup> O letramento matemático é a capacidade individual de formular, empregar e interpretar a matemática em uma variedade de contextos. Isso inclui raciocinar matematicamente e utilizar conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas para descrever, explicar e prever fenômenos. Isso auxilia os indivíduos a reconhecer o papel que a matemática exerce no mundo e para que cidadãos construtivos, engajados e reflexivos possam fazer julgamentos bem fundamentados e tomar as decisões necessárias.

conteúdos escolares e temas atuais e diversificados, visando não somente a formação no sentido profissionalizante, como também a formação cidadã no sentido mais amplo (BRASIL, 1999). E os PCN, expressavam a necessidade de proporcionar ao ensino os aspectos da investigação, criticidade e de autonomia na tomada de decisões pelos alunos.

A contextualização da Matemática<sup>3</sup> deve ocorrer de forma a dar sentido ao conhecimento matemático envolvido nos avanços tecnológicos e científicos, suas causas, consequências, interesses econômicos e políticos, transformando a disciplina em ferramenta útil à realidade, tanto da sociedade como a de cada aluno, e permitindo, assim, a conexão do mundo real com a sala de aula (KALINKE, MOCROSKY; ESTEPHAN 2013; PINHEIRO,2003).

Nessa visão, percebe-se que não basta que o professor seja um especialista, um conhecedor profundo da Matemática para que ele possa ensinar. Segundo Valente (2017), este é o saber a ensinar, relacionado a campos específicos da disciplina e que constitui objeto de trabalho do professor. É necessário que o docente esteja preparado, munido de componentes teóricos para potencializar o diálogo entre a Matemática e as demais disciplinas de forma que tome posse de elementos oriundos das ciências naturais para inserir os conceitos matemáticos em suas aulas. As formações inicial e continuada do docente são elementos importantes para o seu desenvolvimento e desempenho ao longo de sua trajetória, sendo a continuada um mecanismo desencadeador de mudanças para superar o que podemos chamar de semiformação acadêmica. O educador precisa, além de ser um difusor do conhecimento contextualizado, realizar um trabalho no qual o comprometimento seja a base, já que, tanto o professor como o aluno, são responsáveis pela qualidade do ensino; o professor, desempenhando um trabalho docente de qualidade, e os alunos comprometidos em querer aprender (FELICETTI ;MOROSINI, 2010).

## 2.2 A RELAÇÃO DA MATEMÁTICA COM A FÍSICA: O CONHECIMENTO FÍSICO COMO FERRAMENTA PARA O PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Entendendo a Matemática como uma linguagem, percebemos que ela estrutura o pensamento físico, possibilitando argumentação de ideias sobre a natureza, não apenas como

---

<sup>3</sup>Em Matemática, a contextualização é um instrumento bastante útil, desde que interpretada numa abordagem mais ampla e não empregada de modo artificial e forçado, e que não se restrinja apenas ao cotidiano do aluno. Defende-se a idéia de que a contextualização estimula a criatividade, o espírito inventivo e a curiosidade do aluno.

um instrumento de comunicação, mas também “como expressão do nosso próprio pensamento” (PIETROCOLA, 2002). Para Michel Patty (1995), essa linguagem representa um meio de investigação excepcional – e constitutivo –, permitindo que a Física desempenhe seu papel de Ciência do universo material. Sendo assim, como afirma Fiolhais (2005), se a Física não dispensa a Matemática é controverso que a Matemática possa dispensar a Física. Por isso o autor se pergunta: Pode a Matemática existir sem a Física?

A relação íntima entre a Matemática e a Física é percebida desde tempos remotos. Podemos citar, por exemplo, o terreno propício criado por Descartes (1596-1650) e Fermat (1601-1665), por meio da Geometria com a Álgebra – conhecida mais tarde como Geometria Analítica – para o surgimento do Cálculo Diferencial e Integral – Newton (1642-1727) e Leibniz (1646-1716) –, este se tornando uma ferramenta matemática para modelar fenômenos físicos tendo seu marco de aplicação na demonstração por Newton das três leis sobre o movimento dos planetas, enunciadas por Kepler (1571-1630) (QUEIRÓ, 1993). Já no século XX, a física moderna tornou-se quase um ramo da Matemática com Einstein, Bohr, Dirac, Feynman, Gell-Mann, e muitos outros físicos notáveis (Matemática do século XX). “É inegável que a Matemática está, hoje mais do que nunca, alojada de forma definitiva no seio da Física” (PIETROCOLA, 2002, p. 90).

Sintetizando essa visão, Machado (2013, p. 82) afirma que a “Física nos entulha de exemplos de conceitos e teorias matemáticas que surgiram como respostas a questões formuladas pela experiência e não como fruto de mera especulação intelectual”.

É observável e relevante a ligação entre a Matemática e a Física; logo essa interligação deve ser explicitada e discutida com os estudantes, isto porque não basta saber Matemática para usar sua linguagem conscientemente ao pensar e resolver problemas de Física, é preciso que o aluno saiba dominá-la e entendê-la de maneira a ser capaz de utilizá-la como ferramenta na estruturação do mundo físico. Autores como Reis e Nehring (2017), Azevedo (2017), Penereiro et al. (2010), Caldeira (2009), dentre outros, enfatizam esse importante papel da Matemática, tanto na educação científico-tecnológica como para a sociedade. Integrar raciocínios físicos e matemáticos na prática pedagógica é um dos papéis na atividade profissional do professor de Matemática, tirando proveito de raciocínios e exemplos oriundos das ciências naturais para introduzir e explorar de forma diferenciada os conceitos matemáticos em suas aulas. Porém, problemas científicos são diferentes dos cotidianos, uma vez que a resolução daqueles envolve processos de raciocínio mais elaborados e estruturados em uma linguagem matemática, ou seja, exige a substituição das formas simples ou intuitivas de raciocínio pelo raciocínio quantitativo, o lógico e o causal, em conformidade com Karam e Pietrocola (2009).

Por isso a busca de alternativa para melhoria da Educação Matemática. Como enfatiza Silveira et al (2013, p.2875), no trecho abaixo:

As dificuldades para ensinar Matemática no Brasil e em outros países vêm fazendo com que os pesquisadores em Educação Matemática busquem cada vez mais metodologias e estratégias para que se diminua a dicotomia em relação ao que é ensinado e do que de fato é aprendido pelos alunos.

Após as reflexões sobre a educação no ensino de Matemática, tornou-se nítido que sua abstração, desvinculada da realidade, desestimula estudantes, ao ponto de não saberem resolver problemas contextualizados, diferentes dos problemas habitualmente propostos pelo professor. Suscita, então, a imposição de se repensar novos mecanismos que auxiliem os professores no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Matemática. A interdisciplinaridade e a contextualização, segundo Reis (2009), como estratégias pedagógicas, mostram a potencialidade da posse de tópicos da disciplina de Física para discussão de conteúdos matemáticos. Por isso este trabalho, que configurou o estudo da linguagem gráfica matemática, a partir das funções polinomiais de graus zero e um, contextualizado por um fenômeno físico, demonstra que existe a possibilidade de um aprendizado mais estruturado e completo, não apenas na mediação de saberes de uma disciplina para outra, mas também na transferência de métodos. O aluno, ao utilizar conhecimentos matemáticos para refletir sobre uma situação real, estará formulando e apresentando estratégias que, quando apreciadas, justificadas e aceitas, poderão compor o conjunto de novos conceitos para resolver outras novas situações, num processo de idas e vindas interminável. Mostra-se destarte a possibilidade do desenvolvimento de ideias de aplicações da Matemática com o objetivo de desenvolver conceitos abstratos, não muito claros e de difícil assimilação pelos alunos. “A Matemática é a maneira de estruturarmos nossas ideias sobre o mundo físico [...]” (PIETROCOLA, 2002 p.101).

### 3 A LINGUAGEM GRÁFICA MATEMÁTICA CONTEXTUALIZADA POR MEIO DA FÍSICA

O ensino da Matemática de forma contextualizada, integrada e relacionada a outros conhecimentos permite ao aluno maior familiaridade e proximidade com o assunto que será abordado em sala de aula. Como consequência a esse fato, seu desempenho e estímulo ao aprendizado tende a melhorar progressivamente. Santos e Oliveira (2015, p.60) confirmam esse fato quando afirmam que “a contextualização é importante na apropriação do conhecimento e cabe ao professor utilizá-la como uma estratégia do ensino para melhor aprendizagem dos alunos.”

Nessa abordagem, a Física fornece situações favoráveis à contextualização de conteúdos matemáticos em sala de aula. Fiolhais (2005) descreve a correspondência entre a Física e a Matemática quando diz

Poderia a Matemática existir sem a Física? Para o matemático inglês deste século G. H. Hardy [...], não só pode como existe. Para muitos matemáticos, o seu trabalho, monótono, contínuo e ilimitado, pode ser feito interiormente, sem olhar à volta para ver o mundo. Haverá um certo prazer solitário nesse trabalho isolado. Mas será difícil negar que a Física acrescenta à Matemática um certo "picante", uma excitação adicional. Ganha-se alguma coisa se se olhar "para fora" e encontrar alguma correspondência com aquilo que se vê "cá dentro". (FIOLHAIS, 2005, p. 30)

Em outras palavras, a Matemática estrutura o pensamento físico, ao passo que a Física traz realidade, utilidade e concretude a mesma. Logo, existe entre essas duas áreas do conhecimento uma correspondência biunívoca, inegável e de forte correspondência.

Um assunto bastante comum a essas duas áreas do conhecimento é o estudo gráfico de funções. Sua interpretação e análise vem sendo destaque no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM (INEP, 2015) e muito utilizada em diversos tipos de mídia, entre elas revistas, jornais, noticiários televisivos, etc., e, segundo o PCN, um dos aspectos básicos no ensino de Matemática consiste em relacionar observações do mundo real com representações gráficas, desenhos, construções, de forma a aprender como organizar e tratar dos dados coletados, consideração ainda relevante nos dias de hoje (BRASIL, 2000).

Por ser a linguagem gráfica um facilitador da leitura e interpretação de dados, já que os organizam de forma sistemática e sintética, esta passa a ser uma ferramenta matemática importante. Nesse sentido, Monteiro (2011, p.1) ressalta que é necessária uma abordagem pedagógica mais efetiva para o estudo gráfico em sala de aula.



À representação gráfica tem-se o conceito de função, em que a variação de uma grandeza está relacionada à variação de outra. Este conceito é considerado um dos mais importantes da Matemática e seus aspectos mais simples estão presentes nas noções mais básicas desta ciência. Ele surge como instrumento matemático indispensável para o estudo quantitativo dos fenômenos naturais e pode ser traduzido graficamente. Por isso, a compreensão de gráficos para representar fenômenos físicos é defendida por vários estudiosos como Agrello e Garg (1999):

Um gráfico descrevendo um evento físico permite-nos reconhecer facilmente dados, que em uma tabela são mais difíceis de visualizar. Os gráficos resumem uma grande quantidade de informação que podem ser facilmente percebidas. A habilidade de trabalhar confortavelmente com gráficos é uma ferramenta básica dos cientistas (AGRELLO e GARG, 1999 p. 103).

Campos e Araújo (2008) também argumentam sobre a importância do estudo gráfico na representação de fenômenos físicos, quando dizem:

A representação de fenômenos físicos através de equações, as análises e construções de tabelas e gráficos de grandezas físicas que estão relacionadas, constituem uma importante ferramenta para a quantificação dos fenômenos e para fazer previsões de acontecimentos dentro do limite de validade das leis científicas relacionadas com essas grandezas. (CAMPOS e ARAÚJO, 2008, p.1)

Percebe-se, então, a relevância científica da linguagem gráfica matemática, quando possibilita uma articulação lógica de ideias e conteúdos matemáticos a serem desenvolvidos numa perspectiva de investigação contextualizada, não somente no cenário da pesquisa científica, mas também jornalística, em problemas socioambientais e educacionais, entre outros. Sua utilização ultrapassa as barreiras da interdisciplinaridade, sendo um recurso útil na construção do conhecimento no que se refere ao tratamento de informações, pois os gráficos são integrantes de uma linguagem universal (PEÇA, 2008; CARMO; CARVALHO, 2009).

De acordo com Magarinus (2013), o estudo de funções, e sua tradução gráfica, estão relacionados a diferentes áreas do conhecimento, desde a área das ciências exatas à área das ciências sociais. Inserida nessa perspectiva, a Matemática pode apropriar-se da Física, isto é, contextualizar sua exposição por meio do estudo de um fenômeno físico – caminho trilhado neste trabalho – na busca de melhor significado, compreensão e aprendizagem da linguagem gráfica em sala de aula. Fenômenos físicos podem ser traduzidos em relações fundamentais de diversidade, de ordem e de proporcionalidade existente entre as grandezas envolvidas no

processo por meio da criação de modelos que representem a realidade e que podem por vezes simular situações futuras, possibilitando a discussão sobre funções polinomiais e, a partir daí sua interpretação.

Nesse cenário, este trabalho – com a Matemática apropriando-se da Física – contextualizou o estudo gráfico de funções, de graus zero e um, por meio do arrefecedor caseiro, aparato capaz de gerar um efeito refrigerador em um ambiente no qual esteja instalado conhecido como Eco Cooler (EC), com o propósito de despertar o espírito investigativo e crítico dos alunos.

O EC, criado em Bangladesh (Índia), teve grande repercussão na mídia, por atuar como um ar-condicionado ecológico já que não utiliza energia elétrica. Sua montagem é prática, simples e funcional e esse equipamento foi instalado nas portas e janelas das casas da região provocando em seus moradores um efeito refrigerador. Segundo o site Ecosciente (2016), esse aparato é capaz de refrigerar imediatamente o “ambiente em 12°C aproximadamente”.

Nesse contexto será investigada a causa desse efeito refrigerador a partir do registro sobre o comportamento da variável temperatura ambiente dentro do recinto no qual foi instalado o EC, baseado em conceitos físicos e interpretado e concluído graficamente. Tal discussão é uma sugestão de estratégia pedagógica para a abordagem sobre o estudo da linguagem gráfica matemática, traduzindo a relação entre as variáveis envolvidas no processo, de forma contextualizada, interessante e com enfoque também social, tendo como propósito o despertar de um espírito investigativo e crítico dos alunos, pois a interdisciplinaridade presente no tema pode envolver um conjunto de áreas do conhecimento, a saber: a Matemática na análise gráfica relacionada a funções a partir da construção de um modelo matemático; a Física, com a situação real relacionada ao estudo do comportamento das variáveis temperatura interna, velocidade do vento e umidade relativa do ar; a Informática, na construção de tabelas e gráficos através do *software* Origin; e até mesmo a Geografia e a Sociologia quando se é discutido o aspecto social sobre o possível impacto gerado pela instalação desse aparato em locais mais carentes. É a tradução da realidade em problemas matemáticos por meio da investigação, ação e validação, possibilitando trazer essa realidade para a sala de aula de forma a abordar problemas relacionados ao cotidiano, viabilizando a interação da Matemática com a atualidade e permitindo que os alunos sejam conduzidos e inspirados para a construção do conhecimento e do pensamento crítico e reflexivo.

## 4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo se destina a metodologia que, segundo Demo (1985), é a forma de como fazer ciência, seus procedimentos, ferramentas, caminhos, já que sua finalidade é tratar a realidade teórica e praticamente. Nele descreve-se a proposta de abordagem, em uma aula de Matemática, sobre gráficos de funções por meio da contextualização de um fenômeno físico, neste caso, o propósito fim é o de elucidar a causa do efeito refrigerador provocado pelo EC. Para atingir esse objetivo é necessário que sejam selecionadas as grandezas físicas relevantes no processo fundamentado em conceitos de calor, temperatura, sensação térmica, transformações gasosas e noções de hidrodinâmica, possibilitando, com base no protótipo do EC construído, a coleta de dados por meio de medições realizadas em laboratório. Esses dados serão plotados graficamente e, com base na interpretação dos dados gráficos, explicar a causa do efeito refrigerador.

O caminho percorrido para alcançar tais metas, contemplou as seguintes etapas: (1) levantamento bibliográfico; (2) confecção do EC; (3) coleta de dados e construção gráfica, e (4) análise dos dados propondo a criação de um modelo matemático.

### 4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

O estudo foi iniciado com o levantamento bibliográfico, objetivando tomar conhecimento da produção existente Galvão (s/d), documentos oficiais como o PCN (1977), PCNEM (2000), BNCC (2017) e livros e artigos como os de Fazenda (1998/2011), Augusto (2004), Militão (2011), dentre outros, enfatizando a importância da interdisciplinaridade e contextualização na educação tanto de forma ampla como no ensino da Matemática, já que problemas matemáticos interessantes não são encontrados nos livros didáticos e sim na própria atividade matemática de exploração e investigação do mundo real (CARRASCO, 1992, apud D'AMBRÓSIO, 1993). Buscou-se identificar a formação do profissional em educação, em particular o docente de Matemática, recorrendo aos trabalhos de D'Ambrósio (1993), Fazenda (1998), Hamido e Azevedo (2013), Ricardo (2003), Pietrocola (2002) nos quais percebeu-se a necessidade de mudança no processo de mediação do conhecimento matemático, foco desse trabalho, de forma a permitir que o aluno, após alteração de velhas posturas, o analise – o conhecimento matemático – como uma área de pesquisa e inovação. Com esta finalidade, autores como Kalinke, Mocrosky e Estephan (2013), Bianconi (2002), Karam e Pietrocola (2009), Reis e Nehring (2017), Azevedo (2017), dentre outros, destacaram não só a importância

do entendimento da Matemática como linguagem mas, também o papel desempenhado por ela tanto na educação científico-tecnológica como para a sociedade. Nesse contexto, surge a conexão entre a Matemática e a Física, onde destacaram-se Pietrocola (2002), Santarosa (2013), Ferreira (2010), Fiolhais (2005), Silva (2002), Batista e Mozolevski (2010), Patty (1995) – apesar que Zuffi e Pacca (2002) e Karam e Pietrocola (2009) retrataram a falta de percepção por parte, muitas vezes, tanto do professor quanto do estudante dessa interligação entre as duas disciplinas.

No resgate dessa conexão, mostrando a possibilidade do professor de Matemática planejar uma aula sobre gráficos de funções, a partir da contextualização por meio da análise de um fenômeno físico – ou seja, a Matemática utilizando como ferramenta a Física –, o aporte teórico do conteúdo matemático contextualizado e os conceitos físicos para compreensão dos fenômenos envolvidos na interpretação do funcionamento do EC, foi baseado nos autores Viali (s/d) e Santos e Inaufuco (2014), como também nos autores Nussenzveig (2014), Costa (2006), Calçada e Sampaio (1998) e no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), respectivamente.

Como todo esse estudo surgiu a partir do exame de uma situação real: esta foi estudada e discutida, porém a literatura que tratou o assunto, até o presente momento, apresentou-se discreta e contraditória. Uma vertente preocupou-se com a fenomenologia<sup>4</sup>, Rodrigues (2016) e alguns sites como Ecosciente e engenhariae.com.br; já o prof. Fernando Lang (CONSELHO REGIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2016), com o fenômeno. Tomou-se posse desses resultados para a comparação com o estudo realizado. Com isso, no decurso do trabalho, foi realizada uma pesquisa explicativa, visando identificar o fator (ou fatores) que contribuam ou determinam a ocorrência do efeito refrigerador. Esse tipo de pesquisa é considerado profundo, no sentido de esmiuçar com detalhes o que acontece na realidade e, segundo Gil (2002), tem como objetivo central reconhecer e listar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência de um fenômeno, pois tenta explicar a razão ou o porquê das coisas e as relações de causa e efeito do fenômeno em questão.

Para este fim, foi utilizado o método experimental que, como afirma Gil (2002), o experimento representa, de uma forma geral, o melhor exemplo de pesquisa científica. Este método consiste em determinar o objeto de estudo – a temperatura interna da caixa ( $\theta_i$ ), classificada como variável dependente, de acordo com Buschle (2014, p. 59) já que “é aquela

---

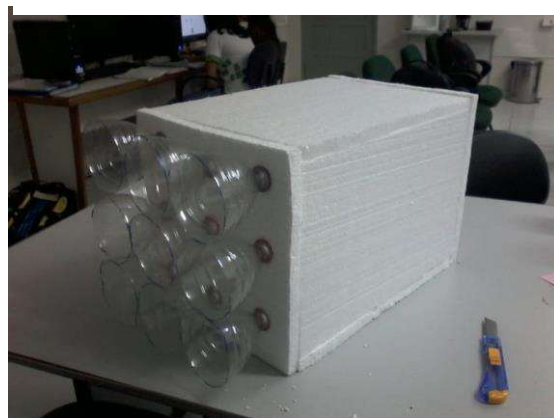
<sup>4</sup> Fenomenologia não se preocupa, pois, com algo desconhecido que se encontra atrás do fenômeno; só visa o dado, sem querer decidir se esse dado é uma realidade ou uma aparência.

que sofre consequência ou efeito de algo que foi estimulado” – e selecionar as variáveis capazes de influenciá-la – nesse trabalho: velocidade do vento na entrada ( $v_e$ ) do EC e temperatura externa ( $\theta_e$ ), ou seja, são classificadas como variáveis independentes que, consoante com Buschle (2014) são aquelas que produzem efeito ou consequência na variável dependente. Esses dados quantitativos de investigação foram necessários para responder aos objetivos do estudo e, os métodos teóricos, para a interpretação dos dados, de forma a formular o modelo matemático que traduzindo o efeito refrigerador que, em concordância com Roque e Videira (2013, p.281), “é dado por uma equação que descreve e permite prever os estados atuais e futuros dos fenômenos considerados”. Buscou-se verificar a influência das variáveis independentes para julgar a decorrência sobre o efeito refrigerador.

#### 4.2 A CONSTRUÇÃO DO ECO COOLER (EC)

A construção e funcionamento do EC envolveu uma variedade de temas da Matemática e da Física, propiciando uma oportunidade de realização de uma aula interessante e contextualizada. Contudo, a ideia veiculada por este estudo foi focada somente na contextualização da linguagem gráfica. Para isso, construiu-se o EC a partir de uma placa de isopor retangular. Nela foram feitos furos circulares para que sejam encaixadas as garrafas *pet* de dois litros. Dessas garrafas, seccionadas próximo a extremidade do gargalo, aproveita-se a parte em forma de funil, de cada uma, por onde ocorrerá a circulação de ar. Estes funis são instalados na placa de isopor, como ilustrado na Fotografia 1. Esta, por sua vez, é instalada numa caixa, construída também com isopor, simulando o ambiente o qual se deseja refrigerar.

Fotografia 1: Protótipo do EC.



Fonte: Elaboração própria em 2018.

Este foi o protótipo utilizado nas medições realizadas no laboratório de Física do IFRN/CNAT.

### 4.3 A COLETA E O TRATAMENTO DE DADOS

A abordagem da pesquisa foi quantitativa que, segundo Fonseca (2002), para ocorrer a compreensão da realidade é necessário análise de dados – obtidos com o auxílio de instrumentos padronizados – recorrendo à linguagem matemática para descrever as causas do fenômeno, as possíveis relações entre variáveis, etc. A manipulação das variáveis envolvidas no processo permitiu estudar a relação entre as causas e as implicações sobre o efeito refrigerador. Houve a interferência diretamente na realidade, quando ocorreu a manipulação da variável independente velocidade do vento na entrada ( $v_e$ ), utilizando-se o túnel de vento, de aproximadamente, 63,0 cm de comprimento (velocidade do ar inicial 2,3 m/s, com precisão de 0,1 m/s) e produzindo um fluxo de ar quase uniforme, Fotografia 2, com a finalidade de observar o que acontece com a variável dependente. Portanto, a pesquisa experimental aqui realizada teve como fim o estudo sobre a relação entre fenômenos, procurando saber se um é a causa do outro.

Fotografia 2: Túnel de vento.



Fonte: Elaboração própria em 2018.

A coleta de dados ocorreu em 3 (três) momentos, nos quais foram analisadas as relações entre as variáveis temperatura ( $\theta_i$  e  $\theta_e$ ) e velocidade ( $v_e$ ), além da medição da variável velocidade do vento na saída do funil ( $v_i$ ) e umidade relativa do ar interna<sup>5</sup> ( $u_i$ ), ou seja, dentro do recinto – caixa – e externa ( $u_e$ ).

---

<sup>5</sup> A umidade relativa ou humidade relativa é a relação entre a pressão parcial da água contida no ar e a pressão de vapor da água tomada à temperatura do ar.

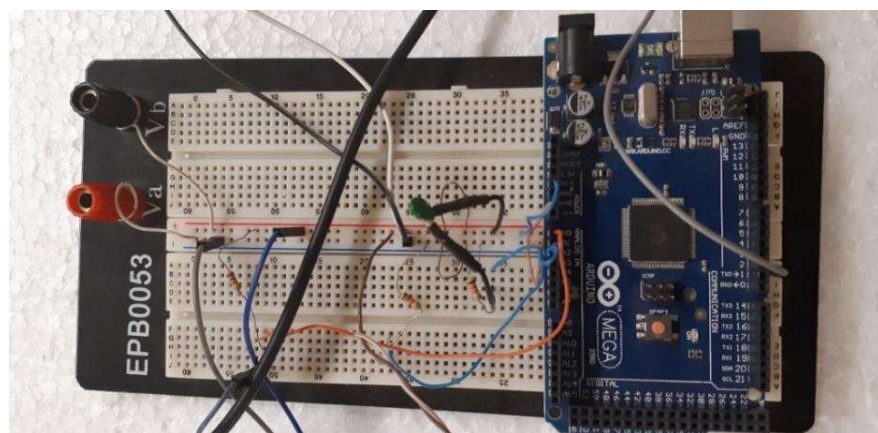
No primeiro momento, manteve-se a temperatura externa ( $\theta_e$ ) constante, variando-se a velocidade de entrada do vento ( $v_e$ ) e aferindo a temperatura dentro da caixa ( $\theta_i$ ) da Figura 1. Como os sensores também forneciam os valores da umidade relativa do ar interna ( $u_i$ ) e externa ( $u_e$ ), aproveitou-se para registrá-los.

No momento seguinte, as medições foram relativas a temperatura externa ( $\theta_e$ ) e interna ( $\theta_i$ ), mantendo-se a velocidade do vento externa ( $v_e$ ) constante. A temperatura externa foi manipulada por intermédio de um aparelho de ar condicionado instalado no laboratório.

No terceiro momento, manteve-se a temperatura externa ( $\theta_e$ ) constante e analisamos a variação da velocidade externa ( $v_e$ ) e a velocidade interna ( $v_i$ ), ou seja, a velocidade do ar ao entrar pela área maior do funil e a velocidade do ar ao sair pela área menor da garrafa.

Em todos os momentos descritos acima, os dados foram transferidos para uma tabela e plotados graficamente. Em relação as aferições, foram realizadas com o auxílio do coordenador técnico de laboratório Jailson Luiz da Silva, atuando como orientador do trabalho do bolsista Raphael Marinho Carvalho, aluno do curso Técnico de Nível Médio em Informática para a Internet no IFRN/CNAT, que desenvolveu a montagem e programação dos dispositivos eletrônicos periféricos associados ao experimento, a saber sensores de temperatura (termopar tipo K com margem de erro de  $\pm 2$  °C) e módulo sensor de umidade e temperatura (margem de erro umidade:  $\pm 5$  %; de temperatura:  $\pm 2$  °C), utilizando o microcontrolador programável (ATmega) – módulo eletrônico didático – instalado na plataforma Arduino, Fotografia 3.

Fotografia 3 : O Arduino com sensores.



Fonte: Elaboração própria em 2018.

Os dados aferidos foram enviados para um computador, no qual as informações obtidas pelos sensores são interpretadas e registradas, Figura 1.

Figura 1: Print de registro Arduino.

```

COM13 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)
|
100rpm
Umidade: 58.00 %tTemperatura: 26.0 *C
Temperatura no Sensor 1 eh: 29.62*C
Temperatura no Sensor 2 eh: 28.00*C
140rpm
Umidade: 58.00 %tTemperatura: 26.0 *C
Temperatura no Sensor 1 eh: 29.62*C
Temperatura no Sensor 2 eh: 28.00*C
140rpm
Umidade: 58.00 %tTemperatura: 26.0 *C
Temperatura no Sensor 1 eh: 29.62*C
Temperatura no Sensor 2 eh: 28.00*C
160rpm
Umidade: 58.00 %tTemperatura: 26.0 *C
Temperatura no Sensor 1 eh: 29.53*C
Temperatura no Sensor 2 eh: 28.00*C
180rpm
Umidade: 58.00 %tTemperatura: 26.0 *C
Temperatura no Sensor 1 eh: 29.53*C
Temperatura no Sensor 2 eh: 28.00*C

```

Fonte: Elaboração própria em 2018.

Além da plataforma Arduino, foram utilizados outros dispositivos periféricos para coleta de dados, Figura 2: (a) termo-higrômetro eletrônico para medições externas da temperatura ( $\theta_e$ ) e umidade relativa do ar ( $u_e$ ) (margem de erro umidade:  $\pm 5\%$ ; de temperatura:  $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ ), (b) anemômetro portátil de palhetas giratórias de comprimento 32,5 mm para medição da velocidade do vento de entrada ( $v_e$ ) (margem de erro: 3%; resolução: 0,1 m/s) e (c) multímetro digital termopar<sup>6</sup> utilizado para medição da temperatura interna ( $\theta_i$ ) (tipo K; margem de erro:  $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ ).

<sup>6</sup>Elemento para medida de temperatura.



Figura 2: Instrumentos de coleta: (a) termo-higrômetro eletrônico, (b) anemômetro e (c) multímetro.



Fonte: Google Imagens (2018).

Os testes foram realizados às quintas-feiras em um dos laboratórios de Física do IFRN/CNAT, Fotografia 4, durante, aproximadamente, um mês.

Fotografia 4: Medições realizadas no Laboratório de Física do IFRN/CNAT.



Fonte: Elaboração própria em 2018.

Com os dados coletados, foram estruturadas tabelas e, a partir daí, confeccionados os gráficos que representassem com maior clareza as relações entre as variáveis estudadas.

Os erros de leitura apresentados pelos sensores e outros dispositivos não foram levados em consideração, pois o objetivo era a discussão sobre a linguagem gráfica e sua interpretação, importando somente a relação entre as variáveis envolvidas no processo. Tal procedimento não invalidou o resultado final.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo exemplifica como a Matemática auxilia a compreensão, análise e estudo de fenômenos físicos e como a Física pode ser útil na exploração de conceitos matemáticos em sala de aula, já que o ensino das Ciências deve ser mediado, desde o Ensino Médio, com uma roupagem que tende a proporcionar uma formação científica profissional para o discente, submetendo-o ao ensino de algo de forma significativa. Por isso a necessidade de desvelar qual o papel desempenhado pela Matemática no mundo real, dado que as transformações na atualidade exigem cada vez mais uma complexidade do ensino dessa disciplina, intimamente envolvida no proveito e consequências que as áreas do conhecimento trouxeram e ainda trazem para a sociedade (KALINKE, MOCROSKY; ESTEPHAN, 2013). Autores como Reis e Nehring (2017), Azevedo (2017), Penereiro et al. (2010), Caldeira (2009), dentre outros, enfatizam esse importante papel da Matemática, tanto na educação científico-tecnológica como para a sociedade.

A contextualização da Matemática deve ocorrer de forma a dar sentido ao conhecimento matemático envolvido nos avanços tecnológicos e científicos, suas causas, consequências, interesses econômicos e políticos, transformando a disciplina em ferramenta útil à realidade de cada aluno e permitindo, assim, a conexão do mundo real com a sala de aula.

### 5.1 O RELATO DA EXPERIMENTAÇÃO

O experimento foi baseado na análise do efeito refrigerador provocado no ambiente pela instalação do EC, conforme literatura mencionada no capítulo 4. Para esta análise foram realizadas medições no Laboratório de Física do IFRN/CNAT das variáveis temperatura externa  $\theta_e$  (do ambiente externo) e velocidade do ar externo ( $v_e$ ), classificadas como independentes, e das variáveis dependentes velocidade do ar interno (próximo do gargalo da garrafa pet -  $v_i$ ) e umidade do ar do ambiente interno ( $u_i$ ), segundo Buschle (2014).

Nessa direção, o problema foi expresso na seguinte pergunta:

– O efeito refrigerador provocado pelo EC ocorre em função da diminuição da temperatura ou em função da *sensação térmica*<sup>7</sup> experimentada?

---

<sup>7</sup> Sensação térmica ou temperatura aparente é a forma como os nossos sentidos percebem a temperatura do ar, e que pode diferir da temperatura real. Tal se deve a condicionantes climatéricos que afetam a transferência de calor entre o corpo e o ar: como são a humidade, a densidade e a velocidade do vento.

A partir daí, efetuou-se medições. Como foram utilizados mais de um equipamento para aferições das temperaturas interna ( $\theta_i$ ) e externa ( $\theta_e$ ), assim como da umidade relativa do ar, tanto internamente ( $u_i$ ) quanto no ambiente externo ( $u_e$ ), segue, na Quadro 1, a correlação entre os equipamentos e as variáveis medidas.

Quadro 1: Correlação entre os dispositivos periféricos utilizados e as grandezas medidas.

DISPOSITIVO PERIFÉRICO		VARIÁVEL A SER MEDIDA (UNIDADE)
IDENTIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	
I <sub>1</sub>	Sensor termopar tipo K instalado na plataforma Arduino (margem de erro: $\pm 2$ °C)	$\theta_i$ (° C)
I <sub>2</sub>	Sensor termopar tipo K instalado na plataforma Arduino (margem de erro: $\pm 2$ °C)	$\theta_e$ (° C)
II	Anemômetro portátil de palhetas giratórias de comprimento 32,5 mm (resolução: 0,1 m/s; margem de erro: $\pm 3$ %)	$\theta_e$ (° C); $v_e$ (m/s)
III	Termo-Higrômetro Eletrônico (margem de erro umidade: $\pm 5$ %; temperatura: $\pm 1$ °C )	$\theta_e$ (° C); $u_e$ (%)
IV	Sensor de umidade temperatura instalado na plataforma Arduino (margem de erro umidade: $\pm 5$ %; temperatura: $\pm 1$ °C )	$\theta_i$ (° C); $u_i$ (%)
V	Termopar tipo K – Multímetro digital (margem de erro: $\pm 1$ °C; resolução: 1 °C)	$\theta_i$ (° C)

Fonte: Elaboração própria em 2018.

O detalhamento de cada medição, para construção das tabelas, segue a seguir:

1º) A temperatura externa ( $\theta_e$ ) – temperatura ambiente – foi mantida constante mediante o ar condicionado instalado no laboratório. O valor registrado pelo dispositivo I<sub>2</sub> foi 28,2 ° pelo

dispositivo II, 27,7 °C e pelo dispositivo III, 26,0 °C. Esses valores permaneceram inalterados durante todo o experimento. Registrou-se, recorrendo ao dispositivo IV, o valor de 50 % para umidade relativa do ar interna ( $u_i$ ) e, com o dispositivo III para umidade relativa do ar externa ( $u_e$ ), 57 %. Nessa etapa, a velocidade do vento externo foi controlada por meio do túnel de vento da Figura 2, capítulo 4, e foram medidos os valores da temperatura dentro da caixa, ambos registrados na Tabela 1, a partir dos dispositivos utilizados.

Tabela 1: Velocidade do vento na entrada do EC ( $v_e$ ) e temperatura interna ( $\theta_i$ )

$v_e$ (m/s)	$\theta_i$ (° C)			
	II	I <sub>1</sub>	IV	V
2,3		29,9	26	26
2,5		29,9	26	26
2,7		29,9	26	26
2,9		29,9	26	26
3,3		29,9	26	26
3,6		29,9	26	26
3,8		29,9	26	26
4,2		29,9	26	26
4,6		29,9	26	26
4,7		29,9	26	26

Fonte: Elaboração própria em 2018.

2º) Nessa etapa, em virtude do diâmetro do anemômetro ser aproximadamente o triplo do diâmetro da saída do funil, o que impossibilitaria uma aferição visto que ocorreria incidência de ar somente sobre a parte central das hélices constituintes do aparelho de medida gerando erro de leitura, mediu-se a velocidade do ar do túnel de vento, variando seu diâmetro (diâmetro maior, aproximadamente, 29,7 cm; diâmetro menor, 17,6 cm) . A temperatura externa ( $\theta_e$ ) foi mantida constante mediante o ar condicionado instalado no laboratório. O valor registrado pelos dispositivos I<sub>2</sub> foi 28,2 °C, pelo dispositivo II, 27,7 °C e pelo dispositivo III, 26,0 °C. Já a temperatura interna ( $\theta_i$ ), mesmo variando a velocidade do ar na entrada do funil, permaneceu

constante durante todo o experimento e ambos os dispositivos I<sub>1</sub> e IV utilizados, forneceram o valor de 29,9 ° C. Registrou-se, recorrendo ao dispositivo IV, o valor de 50 % para umidade relativa do ar interna ( $u_i$ ) e, para umidade relativa do ar externa ( $u_e$ ), 56 %, com o dispositivo III. Os valores medidos constam na Tabela 2.

Tabela 2: Velocidade do vento na saída do túnel de vento variando o seu diâmetro.

<b>Velocidade do ar (m/s)</b>	
<b>Diâmetro maior</b>	<b>Diâmetro menor</b>
2,7	5,4
2,8	5,6
2,9	6,2
3,2	6,6
3,4	7,1
3,7	8,0
3,8	8,2
4,2	8,8
4,5	9,4
5,1	10,2

Fonte: Elaboração própria em 2018.

3º) A velocidade do vento na entrada do EC foi mantida constante, recorrendo ao túnel de vento, permanecendo 2,8 m/s. O dispositivo utilizado nessa medição foi o anemômetro, dispositivo II. Os valores da Tabela 4 abaixo, são relativos as grandezas  $\theta_e$ , controlada pelo ar condicionado e medido pelos dispositivos I<sub>2</sub>, II e III, e  $\theta_i$ , utilizando-se os dispositivos I<sub>1</sub>, IV e V. A umidade relativa do ar externa ( $u_e$ ) permaneceu 57% e, interna, 56%, dados fornecidos pelos dispositivos III e IV, respectivamente.

Tabela 3: Temperatura externa ( $\Theta_e$ ) e temperatura interna ( $\Theta_i$ ).

$\theta_e$ (° C)			$\theta_i$ (° C)		
I <sub>2</sub>	II	III	I <sub>1</sub>	IV	V
26,1	24,6	23,7	27,3	23,0	24
27,3	25,4	24,9	28,5	25,0	25
27,6	26,5	26,0	28,9	25,0	25
27,9	26,8	25,8	29,2	26,0	25
28,1	27,1	25,9	29,4	26,0	25
28,2	27,3	26,1	29,5	26,0	25

Fonte: Elaboração própria em 2018.

A partir dos dados coletados experimentalmente e fundamentado em teorias científicas aceitas, cuja relação será apresentada na próxima seção, surgiram as relações funcionais entre as variáveis que abordaram a discussão do conteúdo matemático, em sala de aula, a partir da representação paramétrica desses dados, traduzidos numa linguagem gráfica, e uma representação mais explicativa da causa do efeito refrigerador produzido pelo EC.

## 5.2 A LINGUAGEM GRÁFICA PARA ANÁLISE DOS DADOS E A DESCRIÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO

Como já mencionado anteriormente, o aporte teórico para a compreensão dos possíveis fenômenos e conceitos físicos envolvidos no funcionamento do EC foi baseado nos autores Nussenzveig (2014), Costa (2006), Calçada e Sampaio (1998) e no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), como também Viali (s/d) e Santos e Inafuco (2014), para a abordagem do conteúdo matemático sobre gráficos e sua análise.

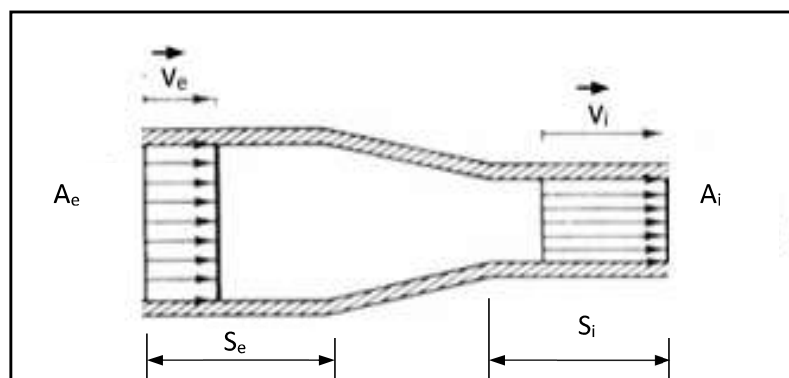
Na busca do tratamento das informações quantitativas e de estabelecer relações entre as mesmas, o recurso matemático utilizado foi o da linguagem gráfica. Gráficos e funções condensam tabelas e permitem visualizar tendências e dependências entre variáveis, possibilitando extrair padrões que não eram evidentes nos dados puros. As funções matemáticas são responsáveis pela abstração desses padrões (PIETROCOLA, 2002; PATY, 1995). Os valores medidos dessas variáveis, a forma da curva com suas inclinações e a organização visual que o gráfico, permitiram a discussão sobre o conteúdo matemático proposto. Monteiro (s/d, p.1) salienta “a necessidade de abordagens pedagógicas mais efetivas para o ensino e aprendizagem de gráficos”, em virtude de sua relevância na sociedade contemporânea e, em particular, no ensino de Física.

Nesse estudo foram interpelados, inicialmente, os aspectos físicos essenciais a serem examinados: como ocorre o efeito refrigerador?

No entanto, no processo explicativo que se justifica pela disposição da Física pela Matemática na composição de uma atividade realizada em laboratório, numa metodologia de translação de ideias físicas em linguagem matemática, faz-se necessário a exposição de uma Física introdutória que possa fornecer subsídios para as reais necessidades dos conceitos matemáticos a serem explorados no contexto deste trabalho.

Tal exploração iniciou-se com a justificativa de utilizar as garrafas *pet* cortadas em forma de funil. A finalidade foi aumentar a velocidade do fluxo de ar na saída do funil, Esquema 1.

Esquema 1: Representação da garrafa *pet* e o fluxo da massa de ar, com suas respectivas velocidades.



Fonte: Elaboração própria em 2018.

A área, que representa na Esquema 1, a entrada do vento (área maior) é indicada por  $A_e$ ; a área menor, que representa a saída do funil (área menor), é indicada por  $A_i$ .



Fundamentado por Nussenzveig (2014) e Calçada e Sampaio (1998), no escoamento desse fluido<sup>8</sup> dentro do funil, a massa de ar que passa por  $A_e$ , percorrendo o trecho  $S_e$  com velocidade de módulo  $v_e$  num intervalo de tempo  $\Delta t$ , é a mesma que passa por  $A_i$ , percorrendo um trecho  $S_i$  com velocidade de módulo  $v_i$  no mesmo intervalo de tempo (densidade do fluido constante). Considerando, a partir da definição de densidade do fluido, em que  $m$  é a massa de fluido e  $V$  o volume ocupado por ela, tem -se:

$$\Delta m = d \cdot \Delta V = d \cdot A \cdot S = d \cdot A \cdot v \cdot \Delta t \quad (1)$$

Logo, pode-se escrever a seguinte relação:

$$\Delta m_e = \Delta m_i \quad (2)$$

obtendo-se

$$A_e \cdot v_e = A_i \cdot v_i \quad (3)$$

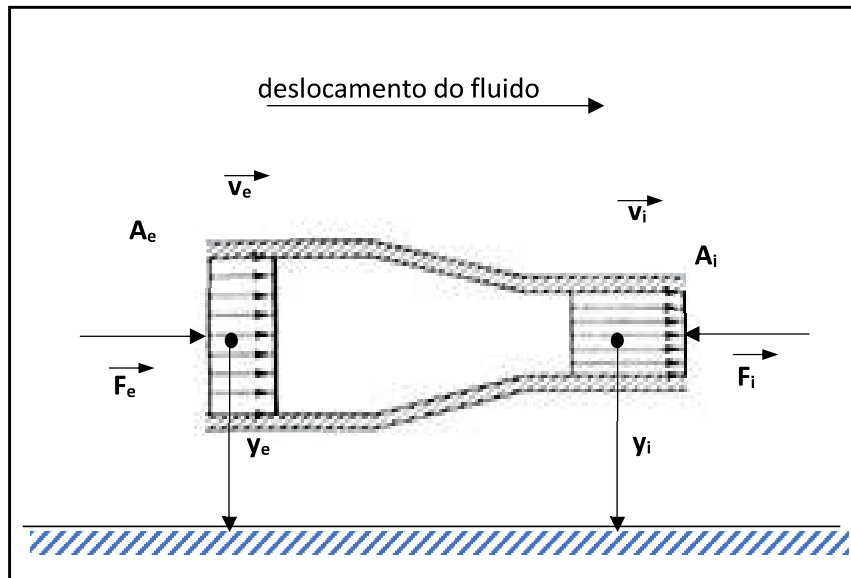
A Equação (3) é conhecida como equação de continuidade para o fluido ideal e, na saída de ar do EC para dentro da caixa, a velocidade do vento ( $v_i$ ) tem maior intensidade quando comparada com a de entrada ( $v_e$ ). Acrescido a esse fato, tem-se que a pressão do ar ao passar pelo gargalho da garrafa *pet* é maior do que na entrada da área  $A_e$ . Essa variação de pressão é evidenciada pela equação de Bernoulli, Equação (4), descrita, segundo Nussenzveig (2014), baseada na Esquema 2.

---

<sup>8</sup> O escoamento dessa massa de ar – isto é, seu movimento – será considerado como *incompressível*, ou seja, quando a densidade do fluido – relação entre sua massa e o volume ocupado – não varia nem durante o percurso nem em relação ao tempo; *não viscoso*, quando não há atrito entre suas moléculas durante o deslizamento; *irrotacional*, quando o fluido não efetua movimento de rotação, e *estacionário*, isto é, quando a velocidade vetorial do fluido em um ponto qualquer do percurso não varia com o tempo. Estas são as características de fluido ideal.

Tais aproximações entre gás ideal e gás real podem ser consideradas, visto que, em seus estudos, os desvios característicos do gás real, para o parâmetro pressão, foram pouco perceptíveis, nos intervalos de altas pressões, e comportamentos praticamente idênticos para baixas pressões, ambos à temperatura ambiente (cerca de 25 ° C).

Esquema 2: Escoamento dos fluidos sob ação das forças  $\vec{F}_e$  e  $\vec{F}_i$ .



Fonte Elaboração própria em 2018.

$$p_e + d \cdot g \cdot y_e + \frac{d \cdot v_e^2}{2} = p_i + d \cdot g \cdot y_i + \frac{d \cdot v_i^2}{2}, \quad (4)$$

em que  $y$  é a distância do ponto em questão até o nível de referência,  $p$  é a pressão no ponto indicado na figura,  $v$  a velocidade do fluido no referido ponto e  $d$  a densidade do fluido.

A força  $\vec{F}_e$  que o fluido externo, à esquerda de  $A_e$ , exerce sobre a porção de fluido que se desloca dentro do funil formado pela garrafa *pet* – a qual será denominada de *sistema* –, tem sentido contrário à  $\vec{F}_i$ . Como  $A_e > A_i$ , pela Equação (3) tem-se  $v_e < v_i$ , ou seja, o sistema é acelerado, o que implica em  $|\vec{F}_e| > |\vec{F}_i|$  pela segunda Lei de Newton<sup>9</sup>. Considerando que  $y_e = y_i$ , pela equação de Bernoulli, tem-se:

$$p_e + \frac{d \cdot v_e^2}{2} = p_i + \frac{d \cdot v_i^2}{2} \Rightarrow p_e - p_i = \frac{d \cdot v_i^2}{2} - \frac{d \cdot v_e^2}{2} > 0 \quad (5)$$

Como  $v_e < v_i$ , tem-se  $p_e > p_i$ . Com base nessa relação, o aumento na velocidade do ar ao sair do funil proporciona uma diminuição de pressão sob a massa de ar. Assentado, em

<sup>9</sup> Se  $\vec{F}$  é a resultante das forças que agem em uma partícula, ou num corpo, conseqüentemente, esta adquire uma aceleração  $\vec{a}$ , de mesma direção e sentido de  $\vec{F}$ , cujo módulo é proporcional à intensidade da força.

concordância com Costa (2006), na Lei Geral dos Gases Perfeitos<sup>10</sup>, a temperatura da massa de ar que sai do funil e entra na caixa é menor do que a da entrada no funil de garrafa *pet*. A equação que representa essa dependência é descrita abaixo:

$$\frac{p_e V_e}{T_e} = \frac{p_i V_i}{T_i} \quad (6)$$

em que  $T$  corresponde a temperatura.

Logo, num segundo momento, é questionado se essa diferença de temperatura é relevante o suficiente para que ocorra troca de calor<sup>11</sup> entre a massa de ar que está entrando no recinto com a que já estava dentro da caixa, de tal forma a provocar uma diminuição de 5° C a 12° C no ambiente interno conforme afirmam Rodrigues et al. (2016) e alguns sites como Ecosciente e engenharie.com.br. A partir dos dados coletados experimentalmente, Tabela 1, e sua representação paramétrica, traduzidos em linguagem gráfica, pode-se verificar a possibilidade ou não de ocorrer esse evento.

Considerando  $y$  o valor da temperatura interna ( $\theta_i$ ) da caixa e  $x$ , a velocidade do ar na entrada do funil ( $v_e$ ), mantendo a temperatura externa ( $\theta_e$ ) constante, qual será a lei matemática estabelecida para essa situação?

Para tentar estabelecer uma equação que represente o fenômeno em estudo, os dados foram plotados graficamente nos eixos  $x$  e  $y$ , verificando como se comportam os valores das variáveis dependentes – para cada situação de medição descritas anteriormente – em função das variáveis independentes. Baseado em Viali (s/d), esse comportamento entre as variáveis pode ser apresentado de diversas maneiras (linear, quadrático, etc...), de forma que para se estabelecer o modelo matemático é necessário verificar qual tipo de curva e equação que mais se aproxima dos pontos representados no gráfico. O grau de relacionamento linear entre eles é fornecido por um número que a mede e é denominado *coeficiente de correlação* – é uma medida adimensional, ou seja, independe das unidades de medida das variáveis envolvidas (VIALI, s/d, p.5). Ao plotar o gráfico no aplicativo Origin<sup>12</sup>, ele fornece, para cada gráfico, o valor desse coeficiente, que pode variar de  $-1,00$  a  $+1,00$ ; com um coeficiente  $+1$  indicando uma

<sup>10</sup> Relaciona pressão, volume e temperatura de dois estados de um gás ideal, considerando massa constante durante o processo de variabilidade das variáveis citadas durante uma transformação gasosa.

<sup>11</sup> Pode-se dizer que *temperatura* é a grandeza física que mede o estado de agitação das partículas de um sistema (certa quantidade de matéria), caracterizando o seu estado térmico; *calor* é a energia transferida entre um sistema e seu ambiente, devido exclusivamente a uma diferença de temperatura existirem entre eles; logo, dois sistemas estão em *equilíbrio térmico* quando estão à mesma temperatura.

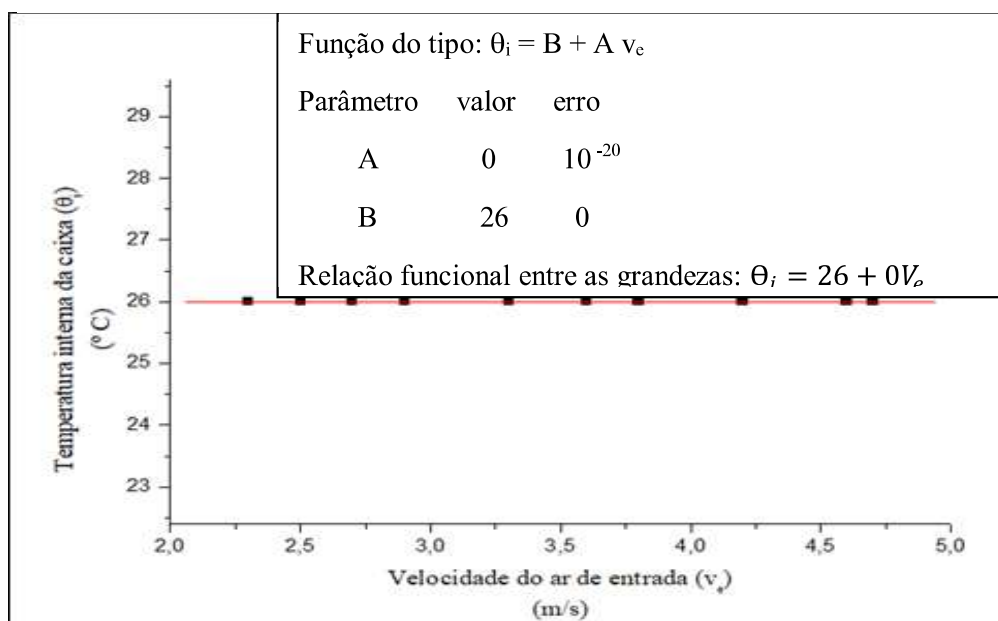
<sup>12</sup> É um software gráfico para análise de dados.

correlação linear positiva (função crescente<sup>13</sup>) perfeita (todos os pontos plotados no gráfico são colineares<sup>14</sup>). Um coeficiente  $-1$  indica uma correlação linear perfeita negativa; ao passo que um valor zero indica a não existência de um relacionamento linear entre as variáveis.

Esses pontos não se ajustaram perfeitamente à curva do modelo proposto. Isso já era esperado devido ao fato de não ser um fenômeno matemático e sim algo sujeito às influências que ocorrem ao acaso, como a variação na rotação da ventoinha do túnel de vento que não permitiu a constância da velocidade do ar de entrada no funil, além do atrito da ventoinha instalada na saída de ar do funil, o que provocou grandes oscilações na medição da velocidade do ar que entrava na caixa, etc.

Retornando ao questionamento sobre a lei matemática que estabelece a relação da temperatura interna ( $\theta_i$ ) da caixa e a velocidade do ar na entrada do funil ( $v_e$ ), mantendo a temperatura externa ( $\theta_e$ ) constante, a partir dos valores da Tabela 1, tem-se o gráfico<sup>15</sup> a seguir, gerado pelo aplicativo Origin, Gráfico 1.

Gráfico 1: Gráfico da temperatura interna ( $\theta_i$ ) versus velocidade do ar de entrada ( $v_e$ ) e a relação funcional entre as grandezas.



Fonte: Elaboração própria em 2018.

<sup>13</sup> Quanto maior o valor de  $x$ , maior o valor de  $y$ .

<sup>14</sup> Pontos pertencentes a mesma reta.

<sup>15</sup> Nota-se que, pela própria definição de função, abordando os conceitos de domínio, contradomínio e conjunto imagem ao escolher qual grandeza ocupará cada eixo, para que os dados plotados graficamente da Tabela 2 representem a curva de uma função, necessariamente, o eixo  $x$  – eixo das abscissas – deverá conter os valores relativos a velocidade do ar de entrada no funil e o eixo  $y$  – eixo das ordenadas – a temperatura interna da caixa.

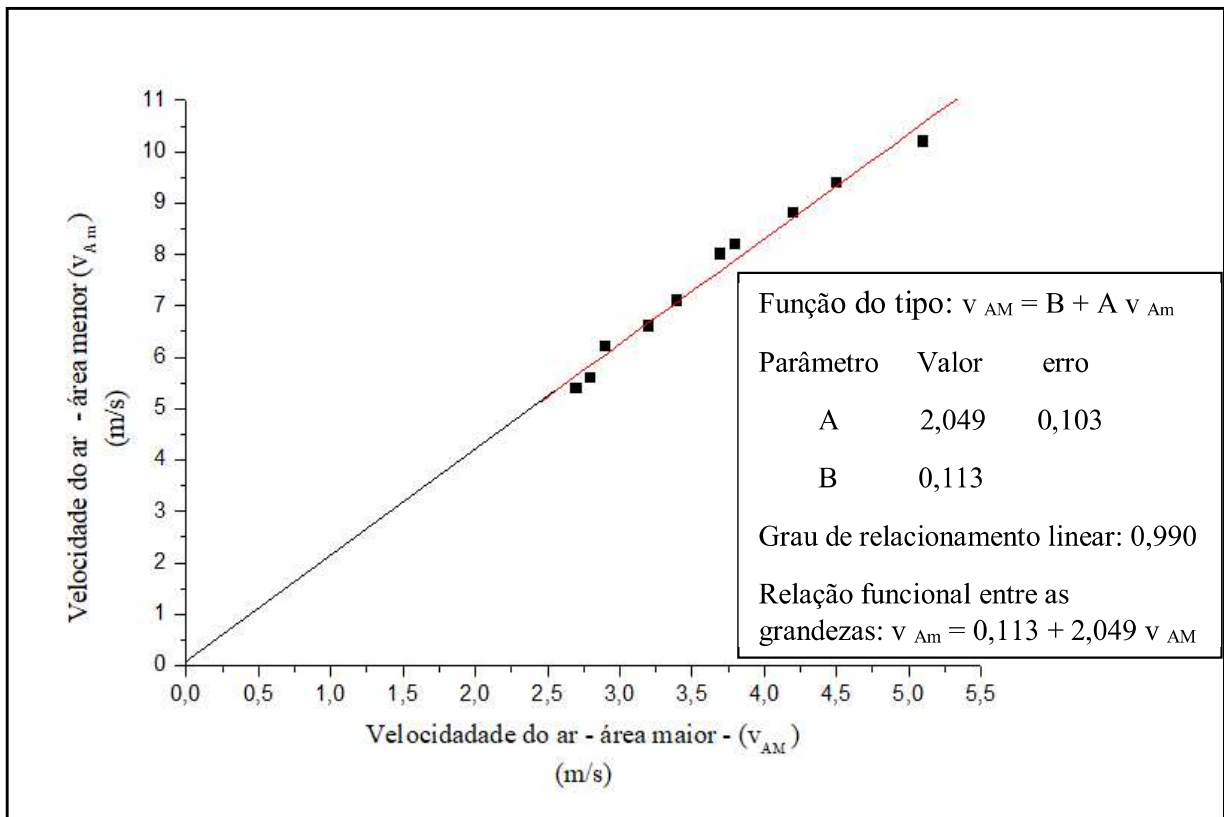
Gráfico da temperatura interna versus velocidade do ar de entrada e a relação funcional entre as grandezas.

A partir do gráfico da Figura 9, nota-se que a temperatura interna da caixa ( $\theta_i$ ) independe da velocidade do vento na entrada do funil ( $v_e$ ), isto é, o gráfico representa uma invariância do valor de  $\theta_i$ . Este é o gráfico de uma *função constante*, que é descrita, matematicamente, como  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  (em que  $f$  representa função e  $\mathbb{R}$ , o conjunto dos números reais) dada pela Equação

$$\mathbf{y} = \mathbf{f}(\mathbf{x}) = \mathbf{k} \quad (7)$$

em que cada elemento  $x \in \mathbb{R}$ , representado por  $v_e$ , se associa sempre ao mesmo elemento  $k \in \mathbb{R}$ , que corresponde a temperatura interna  $\theta_i$  (SANTOS e INAFUCO, 2014, p. 115). Esta é uma abordagem sobre como contextualizar função polinomial de grau zero. Fisicamente, por meio da interpretação do gráfico da Figura 9, conclui-se, então, que a temperatura interna não varia, resultado pertinente com o trabalho do Prof. Fernando Lang (Conselho Regional de Ensino de Física, 2016), ainda que seja relatado o contrário por Rodrigues et Al. (2016) e alguns sites, que afirmam ocorrer uma redução de, aproximadamente, 5 °C na temperatura do ambiente, dependendo das circunstâncias do clima. Sendo assim, verifica-se que a causa do efeito refrigerador não é a diminuição da temperatura. Outra possibilidade física estaria relacionada com a velocidade de saída do ar e com a pressão exercida sobre a massa de ar nessa região, em que, pela análise dos dados da Tabela 2, constata-se que quanto menor a área maior o módulo da velocidade do ar. Essa relação já estava evidenciada pela equação (3), conhecida como equação de continuidade. O gráfico 2 expõe essa relação de forma indireta, já que associa cada intensidade da velocidade do ar que escoar pela área maior do túnel de vento ( $v_{AM}$ ) – velocidade controlada – com intensidade correspondente da velocidade do ar que passa pela área menor ( $v_{Am}$ ), ambas medidas por meio do anemômetro (2).

Gráfico 2: Gráfico de velocidade de ar - área menor ( $V_{Am}$ ) versus velocidade do ar - área maior ( $V_{AM}$ ) e a relação funcional entre as grandezas.



Fonte: Elaboração própria em 2018.

O gráfico da Figura 10 representa a curva gerada a partir de uma função polinomial de grau um, descrita matematicamente (SANTOS e INAFUCO, 2014, p. 135) como  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  dada pela equação

$$y = f(x) = b + a x \quad (8)$$

Em que as constantes  $a$  e  $b$  são denominadas, respectivamente, coeficiente angular e coeficiente linear.

O coeficiente angular está relacionado com a inclinação da reta; o docente pode induzir o aluno, a partir da trigonometria, a verificar que esse coeficiente é o valor da tangente desta inclinação. Caso este valor seja positivo, que é o correlato para o gráfico em questão, indica que à medida que o valor da abscissa aumenta – representada por  $v_{AM}$  –, seu valor correspondente ( $v_{Am}$ ) – a ordenada correspondente – também aumenta. Classifica-se tal função como crescente. A Equação (3), obtida teoricamente, é comprovada na prática, pois a relação  $A_M/A_m$  é constante e, a partir da qual, verifica-se uma proporcionalidade entre  $v_{Am}/v_{AM}$ . O

grau de relacionamento linear, de acordo com Viali (s/d), que prevê o comportamento de uma delas em função da outra, fornecido pelo aplicativo foi 0,990, que corresponde a uma correlação linear quase perfeita – já que nem todos os pontos são colineares – e, por ser um valor positivo, indica uma função crescente – o que corrobora com os valores aferidos em laboratório.

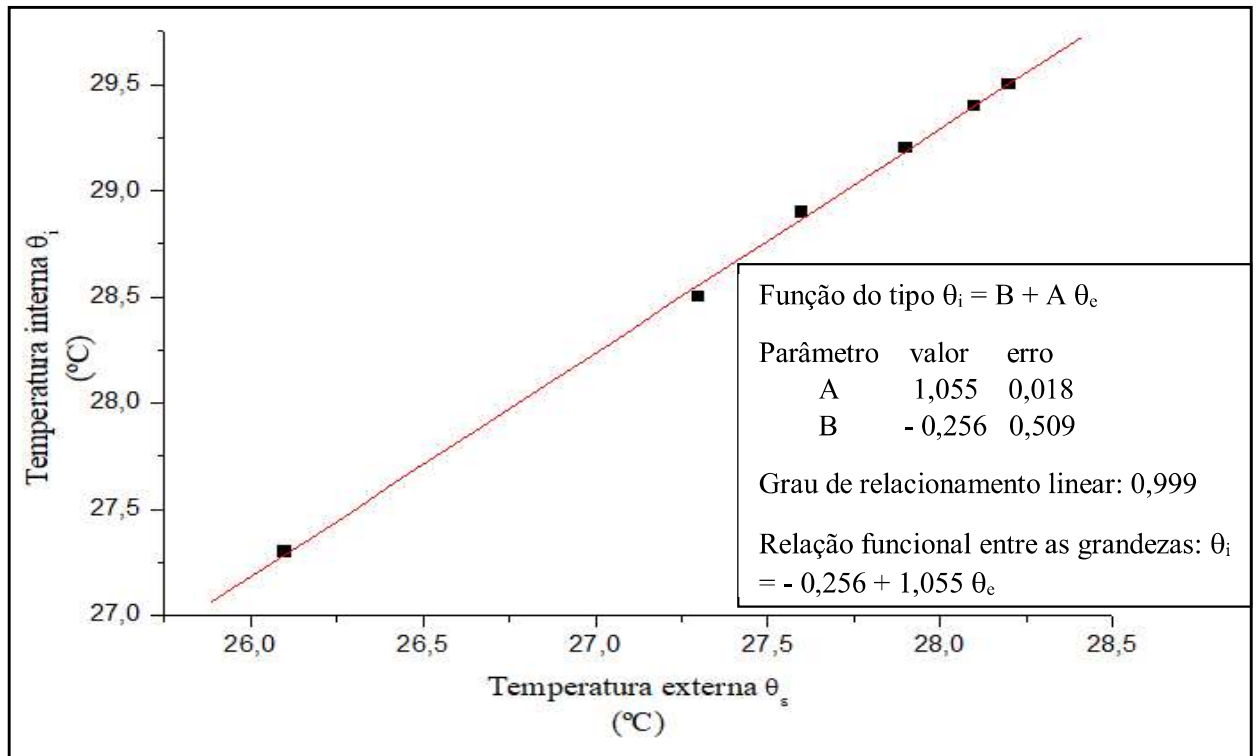
Caso o valor para tangente seja negativo, a função é classificada como decrescente.

O coeficiente linear, no gráfico da Figura 10, informa que a reta intercepta o eixo das ordenadas praticamente na abscissa zero; em outras palavras, os valores de  $v_{Am}$ , na prática, dependem não somente de  $v_{AM}$ , mas também de outras variáveis que não estão sendo representadas no modelo.

Toda argumentação matemática apresentada pode ser explorada pelo docente de Física, baseando na Equação (6), para a discussão da possível causa do efeito refrigerador por meio da Lei dos Gases Perfeitos, como realizado pelo Prof. Fernando Lang em seu blog no site <https://www.if.ufrgs.br/novocref/>.

A última análise foi realizada mediante os valores da Tabela 4, relacionando  $\theta_i$  versus  $\theta_e$ , sendo esta a variável independente, gerando o gráfico da Figura 11. Como a finalidade do trabalho é explorar a linguagem gráfica com suporte na análise de diferentes curvas, optou-se pela relação de  $\theta_i$  medido pelo dispositivo  $I_1$  e  $\theta_e$  medido pelo dispositivo  $I_2$ , em função dos valores aferidos.

Gráfico 3: Temperatura interna  $\theta_i$  versus temperatura externa  $\theta_e$  e a relação funcional entre as grandezas.



Fonte: Elaboração própria em 2018.

O gráfico acima corresponde ao de uma função polinomial de grau um – Equação (8). Percebe-se que os pontos possuem um grau de colinearidade maior do que os da Figura 10, ou seja, o grau de relacionamento linear entre as variáveis é 0,999 (aproximadamente 1).

Como consequência das análises anteriores, os modelos matemáticos construídos nesse estudo, sob a perspectiva do efeito refrigerador, foram:

- (a)  $\theta_i = c + 0 v_e$ , em que  $c$  é uma constante e seu valor está compreendido  $25 \text{ °C} \leq c \leq 50 \text{ °C}$ ;
- (b)  $v_{Am} = 0,113 + 2,049 v_{AM}$ , e
- (c)  $\theta_i = -0,256 + 1,055 \theta_e$ .

Tais modelos descritos fornecem uma avaliação e previsão do comportamento das grandezas físicas envolvidas. Logo, conclui-se que o efeito refrigerador não é produzido por uma diminuição de temperatura interna do ambiente e sim, provavelmente, pela sensação térmica provocada pela corrente de ar causada pela diminuição do diâmetro da garrafa de *pet* que funciona como um funil. Essa sensação é explicada pela perda de energia em nossa pele devido ao aumento da taxa de evaporação (Conselho Regional de Ensino de Física e Instituto Nacional de Meteorologia).



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Matemática é a linguagem da natureza, ideia defendida por diversos autores e especialistas da área. Compreender esta linguagem refinada conduz a uma formação crítica e criativa permitindo ao discente desvelar o conhecimento das Ciências por meio da mudança, por parte do professor de Matemática, de sua postura tradicionalista e mecanicista em sala de aula para o desempenho do papel de mediador no processo de ensino-aprendizagem, conduzindo o aluno à investigação-científica e à análise crítica de situações-problemas.

De acordo com os objetivos propostos, este trabalho integrou raciocínios matemáticos e físicos na prática pedagógica, permitindo que o professor de Matemática vislumbre entendimentos e exemplos oriundos das ciências naturais para introduzir e explorar de forma diferenciada os conceitos matemáticos em suas aulas. A interdisciplinaridade e a contextualização como estratégias pedagógicas, mostraram a potencialidade para discussão sobre gráficos de funções polinomiais de graus zero e um, mediante a posse de tópicos da disciplina de Física viabilizando um diálogo mais estruturado e completo, não apenas na mediação de saberes de uma disciplina para outra, mas também na transferência de métodos. Por intermédio da conexão entre a Matemática e a Física foi possível apresentar a proposta metodológica para discussão da linguagem gráfica contextualizada por intermédio da pesquisa sobre o efeito refrigerador provocado no ambiente por um arrefecedor caseiro, o Eco Cooler (EC). Os dados plotados foram coletados mediante aferições realizadas no Laboratório de Física do IFRN/CNAT. O processo foi se consolidando à medida que as relações entre as grandezas físicas envolvidas eram traduzidas em funções polinomiais de graus zero e um e interpretadas matematicamente e fisicamente. Baseado na análise da linguagem gráfica – facilitador da leitura e interpretação de dados de forma sistemática e sintética – esse estudo foi capaz de validar que a temperatura interna do ambiente não variava. O trabalho do Prof. Fernando Lang corrobora com o resultado alcançado.

Enquanto a Matemática estrutura o pensamento físico, a Física, por sua vez, funciona como ferramenta excepcional de contextualização para a Matemática. E sob essa perspectiva tomou-se posse dessa conexão de forma a dar sentido ao conhecimento matemático envolvido nos avanços tecnológicos e científicos, suas causas, consequências, interesses econômicos e políticos, transformando a disciplina em ferramenta útil à realidade de cada aluno e permitindo, assim, a conexão do mundo real com a sala de aula. O docente torna-se cada vez mais um agente ativo na busca de subsídios teóricos e práticos como forma de contextualizar suas aulas com o

auxílio da interdisciplinaridade conduzindo seus alunos a atuarem como agentes ativos na construção de seu próprio conhecimento.

## REFERÊNCIAS

- AGRELLO, D. A.; GARG. R. Compreensão de gráficos de Cinemática em Física introdutória. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 21, 1999.
- AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A.; CALUZI, J. J.; NARDI, R. **Interdisciplinaridade: concepções de professores da área ciências da natureza em formação em serviço**. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 2, p. 277-289, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n2/09.pdf>> Acesso 19 dez. 2018.
- AZEVEDO, D. A., A didatização e contextualização da modelagem matemática no ensino de Física: uma proposta de atividade para a sala de aula. **Anais do IV SIRSSE e VI SIPD-Cátedra Unesco**, p.24801-24814. Curitiba-PR, 2017.
- BASSANEZI, R. C. Modelagem Matemática: uma disciplina emergente nos programas de formação de professores. **Biomatemática IX (1999)** p. 9 – 22. Disponível em:<<http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/material/142008-11-01-15-57-39.pdf>>. Acesso em: 19 de setembro 2017.
- BATISTA, E., MOZOLEVSKI, I. **Métodos de Física-Matemática**. Universidade Federal de Santa Catarina – Consórcio ReDiSul. Florianópolis, 2010.
- BIANCONI, R. **A Linguagem Matemática**. 2002. Disponível em: <<http://www.ime.usp.br/~bianconi/recursos/lo.pdf>>. Acesso em 01 mar 2018.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. 2017. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category\\_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192)> Acesso: 19/12/18.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática** (1º e 2º ciclos do ensino fundamental). V. 3. Brasília: MEC, DF, 1997.
- BUSCHLE, C. A. **Metodologia Científica e da Pesquisa. Pesquisa Científica: conceito e tipos**. Unidade 3. UDESC Joinville – Centro de Ciências e Tecnológicas – CCT, 2014.
- CALÇADA, C.S. e SAMPAIO, J.L. **Física Clássica. Termologia, Fluidomecânica e Análise Dimensional**. 2 ed. São Paulo: Atual Editora, 1998.
- CALDEIRA, A.M. A. org. **Ensino de ciências e matemática, II: temas sobre a formação de conceitos**. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 287 p. Disponível em: <<http://books.scielo.org>>.
- CAMPOS, L. S.; ARAUJO, M. S. T.; **Modelagem Matemática de fenômenos físicos envolvendo grandezas proporcionais e funções do primeiro grau, através de atividades experimentais**. 2008. Disponível em: <<http://www2.rc.unesp.br/eventos/matematica/ebrapem2008/upload/269-2-A-gt9-Campos-ta.pdf>> Acesso: 17 nov. 2018.

CARMO, Alex Belluco; DE CARVALHO, Anna M. Pessoa. Construindo a linguagem gráfica em uma aula experimental de física. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 15, n. 1, p. 16-84, 2009.

COSTA, D.M.A. Análise do Desvio de Comportamento entre Gás Real e Gás Ideal. **Holos**, ano 22, p. 4-10, 2006.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA O ENSINO DE FÍSICA, 2016. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=eco-cooler-o-primeiro-condicionador-de-ar-ecologico-sera-mesmo-possivel>>. Acesso em 21 abr. 2017.

D'AMBRÓZIO, B. S. **Formação de professores de Matemática par ao século XXI: o grande desafio**. Pro-Posições. Vol. 4. Nº, 1 [10] março de 1993. Disponível em: <<https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/publicacao/1757/10-artigos-ambrosiobs.pdf>> Acesso: 19 dez. 2018.

DEMO, Pedro. **Introdução a metodologia da ciência**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 1985.

ECOSCIENTE. Portal de Educação Ambiental. Ar-condicionado Eco-cooler. Disponível em: <<https://sites.unicentro.br/wp/educacaoambiental/2017/11/21/ar-condicionado-eco-cooler/>>. Acesso em 21 abr. 2017.

ENGENHARIAE. **Ar-condicionado sem eletricidade é criado em Bangladesh**. Disponível em: <<http://engenhariae.com.br/meio-ambiente/ar-condicionado-sem-eletricidade-e-criado-em-bangladesh/>>. Acesso em 21 abr. 2017.

FAZENDA, I. C.A. Didática e Interdisciplinaridade. Campinas, São Paulo. 13ª ed. 1998. \_\_\_\_\_ . **Interdisciplinaridade: Didática e Prática de Ensino**. Texto complementar ao apresentado no ENDIPE- 2014. Disponível em: <<http://www.uece.br/endipe2014/ebooks/livro4/24.%20DID%20C3%81TICA,%20PR%20C3%81TICA%20DE%20ENSINO%20E%20DIREITOS%20HUMANOS.pdf>> Acesso: 19 dez. 2018.

\_\_\_\_\_. Integração e Interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia. São Paulo, SP: Edições Loyola Jesuítas, 6ª ed. 2011.

FELICETTI, V. L. e MOROSINI, M. C. Do Compromisso ao Comprometimento: o estudante e a aprendizagem. **Educar em Revista**, n. especial 2, p. 23-44, 2010. Editora UFPR.

FERNANDES, S. DA S. **A contextualização do ensino da Matemática – Um estudo com alunos e professores do Ensino Fundamental da rede particular de ensino do Distrito Federal**. Monografia (Graduação em Matemática). Universidade Católica de Brasília. DF, s/d. Disponível em: <[www.ucb.br/sites/100/103/tcc/22006/susanadasilvafernandes.pdf](http://www.ucb.br/sites/100/103/tcc/22006/susanadasilvafernandes.pdf)>. Acesso em 18 dez. 2018.

FERREIRA, C. C.; FONTES, A. S.; MOGNON, A. **O ensino de física e matemática a partir do jato de água**. Ciência em tela- volume 3, número 1-2010. Disponível em: <[http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0110\\_cargnin.pdf](http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0110_cargnin.pdf)> Acesso: 19 dez. 2018.

FIOLHAIS, C. **A relação da Física com a Matemática.** Educação e Matemática, nº 81, p. 29-31, 2005.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Universidade Estadual do Ceará. Curso de Especialização em comunidades virtuais de aprendizagem-Infomática Educativa. Ceará, 2002. Disponível: < [http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/lapnex/arquivos/files/Apostila\\_-\\_METODOLOGIA\\_DA\\_PESQUISA%281%29.pdf](http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/lapnex/arquivos/files/Apostila_-_METODOLOGIA_DA_PESQUISA%281%29.pdf)> Acesso: 19 dez. 2018.

GALVÃO, M. C. B. **O levantamento bibliográfico e a pesquisa científica.** Disponível em: <[http://www2.eerp.usp.br/Nepien/DisponibilizarArquivos/Levantamento\\_bibliografico\\_CristianeGalv.pdf](http://www2.eerp.usp.br/Nepien/DisponibilizarArquivos/Levantamento_bibliografico_CristianeGalv.pdf)> Acesso em: 22 jun. 2018

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**/Antônio Carlos Gil. - 4. Ed.-São Paulo: Atlas.2002. Disponível em:<[https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod\\_resource/content/1/como\\_elaborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf)> Acesso: 19 dez. 20158.

HAMILDO, G.; AZEVEDO, N. Investigar em educação: reflexões e perspectivas multidisciplinares.2013. **Revista RCAAP.**

Horizonte: CAED-UFMG, 2013. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/11305436-Introducao-a-historia-da-matematica.html>> Acesso: 19 dez. 2018

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Relatório pedagógico: Enem 2011-2012. – Brasília, DF: Inep, 2015. 236 p.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/sensacaoTermicaTabelaGeral>>. Acesso em 16 mar. 2018.

KALINKE, M. A., MOCROSKY, L. e ESTEPHAN, V. M<sup>a</sup>. **Matemáticos, educadores matemáticos e tecnologias: uma articulação possível.** Educ. Matem. Pesq., v. 15, n 2, p. 359-378, 2013.

KARAM, R.A.S. e PIETROCOLA, M. Habilidades Técnicas *Versus* Habilidades Estruturantes: resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico. ALEXANDRIA **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.2, p.181-205, jul. 2009.

KATCHBORIAN, Pedro. **Como fazer o Eco-Coller, um ar-condicionado sem eletricidade.** Disponível em: < <https://www.freetheessence.com.br/sustentabilidade/em-casa/como-fazer-eco-cooler/>> Acesso: 18 dez. 2018.

MACHADO, N. J. Matemática e realidade: das concepções ás ações docentes/ Nilson José Machado. – 8º. Ed. – São Paulo: Cortez,2013.

MAGARINUS, R. **Uma proposta para o ensino de funções através da utilização de objetos de aprendizagem.** Dissertação de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT. Universidade Federal de Santa Maria – RS, 2013.

MILITÃO, J. S.; CUNICO, E. F. **A presença da interdisciplinaridade em documentos oficiais produzidos pelos órgãos normativos e gestores dos sistemas escolares.** Revista e Currículum. São Paulo, v.7 n. 2 p. 1-15, agosto,2011.

MOL, R. S. **Introdução à história da matemática.** – Belo  
MONTEIRO, C. E. F. **Interpretação de gráficos: atividade social e conteúdo de ensino.**  
Disponível em:  
<[http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo\\_producoes/docs\\_22/carlos.pdf](http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_22/carlos.pdf)>. Acesso em 02 mar. 2018.

NERVO, A. C. S.; FERREIRA, F. L. **A importância da pesquisa como princípio educativo para a formação científica de educandos do ensino superior.** Educação em foco, Edição nº: 07/Ano:2015. Disponível em:  
<[http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/lapnex/arquivos/files/Apostila\\_-\\_METODOLOGIA\\_DA\\_PESQUISA%281%29.pdf](http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/lapnex/arquivos/files/Apostila_-_METODOLOGIA_DA_PESQUISA%281%29.pdf)> Acesso: 19 dez. 2018.

NETO, I.B.S. **Aplicação de “Máximos e Mínimos” na obtenção do volume de sólidos geométricos.**2011. 38 f. Trabalho de conclusão de curso-Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica, 2: fluidos, oscilações e ondas, calor.** 5. ed. SP: Blucher, 2014.

PATTY, M. **A Matéria Roubada:** a apropriação crítica do objeto da Física contemporânea. Tradução: Mary Barros. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

PEÇA, C. M. K. **Análise e interpretação de tabelas e gráficos estatísticos utilizando dados interdisciplinares.** UTFRR.2008.Disponível em : <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portais/pde/arquivos/1663-8.pdf>>. Acesso em 03 mar. 2018.

PENEREIRO, J.C., FERREIRA, D. H. L. e LEITE, M<sup>a</sup>. B. F. **Aplicando modelos matemáticos para decidir a viabilidade da instalação de um aquecedor solar de baixo custo.** Educ. Mat. Pesq., v.12, n. 3, p. 619-638, 2010.

PIETROCOLA, M. **A Matemática como Estruturante do Conhecimento Físico.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 19, n.1: p.89-109, ago. 2002.

PINHEIRO, N. A. M. **Uma Reflexão sobre a Importância do Conhecimento Matemático para a Ciência, para Tecnologia e para a Sociedade.** UEPG Ci. Hum., Ci. Soc. Apl., Ling., Letras e Artes, Ponta Grossa, 11 (1): 21-31, jun. 2003.

PISA. Programa Internacional de Avaliação de Estudantes. **Relatório Nacional PISA 2012.** Disponível em: <  
[http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/resultados/2014/relatorio\\_nacional\\_pisa\\_2012\\_resultados\\_brasileiros.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2014/relatorio_nacional_pisa_2012_resultados_brasileiros.pdf)> Acesso: 19 dez. 2018.

PRODANOV, C. C. e FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

REIS, Ana Queli Mafalda; NEHRING, Cátia Maria. **A contextualização no ensino de matemática: concepções e práticas.** Educação Matemática Pesquisa, v. 19, n. 2, p.339-364, 2017.

REIS, M. B. F. Interdisciplinaridade na prática pedagógica: um desafio possível. **REVELLI-Revista de Educação, Linguagem e Literatura da UEG- Inhumas**, v.1, n.2, out. 2009. Disponível em: < [www.revista.ueg.br/index.php/revelli/article/download/2816/1783](http://www.revista.ueg.br/index.php/revelli/article/download/2816/1783)> Acesso: 18 dez. 2018.

REVISTA DIÁLOGO EDUCACIONAL. Paraná: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, v. 17, n.51, jan./mar.2017.

RICARDO, E. C. **A Problematização e a Contextualização no Ensino de Ciências: acerca das ideias de Paulo Freire e Gérard Fourez.** IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IV ENPEC. Bauru, SP. 2003.

RODRIGUES, R.S.S., MAIA, D.L. e E SOUZA, C. I. R. **Energias renováveis – estudos, aplicações e perspectivas de projetos de baixo custo na extensão universitária.** Revista Intercâmbio, v. VII, p. 126-137, 2016.

ROQUE, T. e VIDEIRA, A. A. P. **A noção de modelo na virada do século XIX para o século XX.** Revista Scientiae Studia, v.11, n. 2, p. 281-304, 2013.

ROSSETTO, H. H. P. **Um resgate histórico: a importância da História da Matemática.** 2013. 38 f. Trabalho de conclusão de curso-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

SANTAROSA, M. C. P. **Investigação da aprendizagem em Física básica universitária a partir de um ensino que integra situações e conceitos das disciplinas de cálculo I e de Física I.** 2013. Tese de doutorado no Ensino de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2013.

SANTOS, A. O. e OLIVEIRA, G. S. de. Contextualização no ensino-aprendizagem da matemática: princípios e práticas. **Revista Educação em rede: formação e prática docente.** v.4, n.s, p.59-75,2015.

SANTOS, C. O. de A. e INAFUCO, J.K. **Matemática: 1º ano.** Brasília: Edebe Brasil,2014.

SILVA, C. C. **A escolha de uma ferramenta matemática para a Física: o debate entre os quatérnions e a álgebra vetorial de Gibbs e Heaviside.** Filosofia e História da Ciência no cone do sul: 3º Encontro. Campinas: AFHIC. Pp.115-126.

SILVA, C. C. **Da Força ao Tensor: evolução do conceito físico e da representação matemática do campo eletromagnético.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Física “Gleb Wataghin”, Campinas, 2002.

SILVA, J. R.; MORAIS, N. D.; RUFINO, M. A. S. **As idealizações dos cálculos de Newton e Leibniz como organizadores prévios comparativos para definição de derivada.** 2014. 15. f. Artigo de revista, Pernambuco, 2014.

SILVEIRA, A.; FERREIRA, G. P.; SILVA, L. A. **A evolução da modelagem matemática ao longo da história, o surgimento da modelagem no Brasil e suas contribuições enquanto estratégia de ensino de matemática.** In. VII CIBEM, 2013. Disponível em: <<http://cibem.semur.edu.uy/7/actas/pdfs/1305.pdf>> Acesso: 19 dez. 2018.

VALENTE, W. R. Os saberes para ensinar matemática e a profissionalização do educador matemático. **Revista Diálogo Educacional. Paraná**, v.17, n.51, p. 206-222, jan./mar.2017.

VIALLI, L. **Série Estatística Básica. Texto V: Correlação e regressão.** Disponível em: <[http://www.pucrs.br/ciencias/viali/graduacao/engenharias/material/apostilas/Apostila\\_5.pdf](http://www.pucrs.br/ciencias/viali/graduacao/engenharias/material/apostilas/Apostila_5.pdf)> Acesso: 19 dez. 2018.

ZUFFI, Edna Maura; PACCA, Jesuína Lopes de Almeida. **O conceito de função e sua linguagem para os professores de matemática e ciências.** *Ciência & Educação*, v. 8, n. 1, p. 1 – 12, 2002.