



## CONSTRUÇÃO DE ESCALAS TERMOMÉTRICAS A PARTIR DE UM TERMOMÊTRO CASEIRO: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR POR MEIO DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Charles Bruno da Silva Melo<sup>1</sup>

Glaucia Cabral Moraes<sup>2</sup>

### Modelagem Matemática

**Resumo:** Nesse artigo serão relatados os resultados de uma experiência de ensino a partir de uma proposta interdisciplinar entre Física e Matemática, com estudantes do segundo ano do Ensino Médio, da Escola de Educação Básica Educar-se, localizada no município de Santa Cruz do Sul, na região central do Rio Grande do Sul. O trabalho descreve uma aplicação da Modelagem Matemática como ferramenta facilitadora do processo de ensino/aprendizagem a partir da construção de escalas termométricas oriundas de um termômetro caseiro. Na metodologia utilizada seguiram-se os passos de acordo com Bassanezi (2002): levantamento de dados, formulação do problema, resolução, validação e modificação, a partir das práticas desenvolvidas no Laboratório de Física, bem como das análises e funções geradas por meio de modelos matemáticos de conversão para a escala Celsius. Foi alcançado sucesso no trabalho, pois possibilitou que o aluno fosse um sujeito ativo no processo de construção de seu conhecimento, além da compreensão de fenômenos físicos a partir de dados matemáticos.

**Palavras Chaves:** Modelagem Matemática. Escala Termométrica. Proposta Metodológica Interdisciplinar. Ensino de Física.

### INTRODUÇÃO

Neste artigo busca-se relatar uma experiência realizada em sala de aula, com estudantes do segundo ano do Ensino Médio da Escola de Educação Básica Educar-se, que se encontra na cidade de Santa Cruz do Sul, na região central do estado do Rio Grande do Sul. Especificamente, trata-se das ações realizadas a partir da interdisciplinaridade de duas disciplinas, a Matemática e a Física, objetivando construir experiências capazes de trazer ao conhecimento dos estudantes uma possibilidade de proposta de ensino e aprendizagem diferente das usuais e que compõe questões teóricas com a prática de uma situação cotidiana. As atividades foram desenvolvidas baseadas em conceitos propostos por Bassanezi (2002). O objetivo principal de ambas as disciplinas e das atividades realizadas, que serão descritas a seguir, é proporcionar aos discentes uma visão de que é possível construir experiências físicas explorando concomitantemente o conhecimento matemático

---

<sup>1</sup>Mestre em Ensino de Matemática. Escola de Educação Básica Educar-se, UNISC. charlesmelo@unisc.br

<sup>2</sup>Mestre em Educação. Escola de Educação Básica Educar-se, Departamento de Matemática, UNISC. glauciamoraes@unisc.br

estudado ao longo da escolarização por meio de uma situação prática, além da interpretação de fenômenos físicos a partir de dados matemáticos. Assim, busca-se entender a Modelagem Matemática como uma proposta metodológica viável, interdisciplinar e recomendável para os demais campos do saber, desmistificando-a como uma área do conhecimento rígida, tradicional e abstrata.

## **ORIENTAÇÕES TEÓRICAS**

O ensino e aprendizagem da disciplina de Matemática ainda costuma ser visto por muitos estudantes como um processo árduo, sem aplicação, ou seja, apenas repetições isoladas, sem contextualizações, onde o educador é o detentor do saber, e o discente mero espectador, no qual apenas copia e reproduz o que é dito, sem precisar interagir com o objeto de estudo. Nesse sentido, as aulas tomam um sentido monótono, teóricas e sem relações significativas para a formação acadêmica e pessoal de cada sujeito.

Os sistemas educacionais têm sido dominados nos últimos duzentos anos pelo que se poderia chamar de fascinação pelo teórico e abstrato. Teorias e técnicas são muitas vezes apresentadas e desenvolvidas sem um relacionamento com fatos reais e, mesmo quando ilustradas com exemplos, apresentam-se de maneira artificial. (D'AMBRÓSIO, 2002, p.11)

Contudo, em consequência de situações que tratam os estudantes como um conjunto homogêneo e que está presente em todos os níveis de escolaridade, nas diferentes faixas etárias, nas mais diversas realidades socioeconômicas e em todas as disciplinas, problematizadas particularmente nesse estudo, nas aulas de Matemática e Física, excluindo-se as algumas exceções, é um sujeito tolhido no seu comportamento, na sua inteligência e no seu potencial criativo (D'AMBROSIO, 1997). Entretanto, cursos de formação continuada, pesquisas interdisciplinares, avaliações externas sinalizam para a necessidade de mudanças nesse quadro da educação. Como alternativa a essa realidade, emergem o planejamento de práticas pedagógicas que mobilizem o estudante para a busca de alternativas para as situações problemas, tornando-o um sujeito ativo nesse processo.

Dessa forma, todos os envolvidos nesse cenário escolar participam ativamente de situações didáticas capazes de (re) construir conceitos e definições, propiciando o desenvolvimento do seu senso crítico e a sua capacidade criativa e investigativa, fatores primordiais para a construção da autonomia e capacidade na resolução de problemas.

Portanto, dentre essas práticas, ressalta-se o uso da Modelagem Matemática como uma proposta metodológica eficaz e que merece certo destaque. De acordo com Biembengut (2014), a Modelagem Matemática é o processo envolvido na elaboração de modelos para problemas reais, de qualquer área do conhecimento, e: a essência desse processo emerge na mente de uma pessoa quando alguma dúvida genuína ou circunstância instigam-na a encontrar uma melhor forma para alcançar uma solução, descobrir um meio para compreender, solucionar, alterar, ou ainda criar ou aprimorar algo. (p.21) O desenvolvimento e o planejamento de aulas que possibilitem a ruptura das grades curriculares desmembradas em horários separados busca a ruptura de um ensino mais tradicional. Para tal proposta apresentou-se a possibilidade da Modelagem Matemática como uma forma de interação e sentido ao estudo.

Nesse contexto, segundo Bassanezi (2002), “a Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (p.16). Procurando desconstruir o panorama predominante, o debate no cenário mundial sobre Modelagem na Educação Matemática ganha destaque a partir da década de 1960, impulsionando a formação de grupos de pesquisadores sobre o tema. Entre esses grupos, destaca-se a International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications (ICTMA), criada em 1983, e que, desde então, realiza periodicamente a International Conference of Teachers of Mathematical Modelling and Applications (BIEMBENGUT, 2009). Os movimentos internacionais pela Modelagem Matemática influenciaram o Brasil, praticamente ao mesmo tempo, e contaram a colaboração de três singulares educadores e pesquisadores: Aristides Camargo Barreto, que, na década de 1970, utilizava modelos matemáticos como estratégia de ensino nas suas aulas na PUCRJ; Ubiratan D’Ambrósio, representante brasileiro na comunidade internacional de Educação Matemática, que, nas décadas de 1970 e 1980, coordenou projetos na UNICAMP que catalisaram a formação de grupos de Matemática Aplicada; e Rodney Carlos Bassanezi que, além de atuar nesses projetos na UNICAMP, adotou a Modelagem Matemática em suas práticas de sala de aula, tornando-se, desde então, seu principal disseminador no Brasil (BIEMBENGUT, 2009).

Assim, tal metodologia de ensino passou a ser vista como uma possibilidade de avanço, tornando-o o processo de aprendizagem mais prazeroso e instigante. A Modelagem Matemática é:

[...] um processo dinâmico utilizado para obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas em linguagem usual. (BASSANEZI, 2002,p.24).

Uma comprovação de tal mudança é a junção das áreas de conhecimento como a Matemática e a Física, a partir de uma proposta de criação de uma escala termométrica a partir de um termômetro caseiro. Após a construção do termômetro, os estudantes descreveram uma escala termométrica com os pontos de calibração. Para finalizar tal prática, modelaram uma expressão (fórmula) que determine a conversão de sua escala para a escala Celsius.

O bom desempenho e resultado dessa proposta metodológica se configurou através de um planejamento interdisciplinar de estudo e comprometimento, tanto por parte dos educadores quanto dos estudantes envolvidos.

Segundo Biembengut (2004), por meio desse método

[...] a Matemática deixa de ser mera transmissão de técnicas de resolução e passa a ser apresentada como ferramenta ou estrutura de outra área do conhecimento. Além disso, proporciona ao aluno valores culturais e alguns princípios gerais concernentes ao papel desempenhado por nós enquanto pessoas responsáveis pela realidade que nos cerca. (p.41)

Além disso, tais práticas proporcionam um maior entrosamento entre estudantes e estudantes, estudantes e professores e ainda, professores e professores, tornando o processo educativo mais instigante e curioso, adotando uma postura horizontal de ensino, onde todos aprendem e ensinam concomitantemente, independente da ementa de cada disciplina, pois cabe destacar que a produção de aulas com práticas e trocas de saberes em diferentes áreas e níveis de aprendizagem, sobrepõe-se a uma listagem de conteúdos programáticos que precisam ser “passados” no decorrer do ano letivo.

Corroborando com isso, as atividades experimentais exercem um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem de Física, pois permitem que os estudantes tenham um contato com fenômenos físicos abordados nas aulas teóricas, por meio da manipulação de materiais e equipamentos ou pela observação. Desse modo, os alunos passam a desenvolver a capacidade de explorar os vários aspectos da relação entre a Física e a realidade, ou seja, a própria natureza, permitindo a geração de hipóteses, interpretação e tratamento de dados, confronto entre os

resultados esperados e os obtidos e a redação científica por meio do relatório, desta forma auxiliando na resolução de problemas.

Do mesmo modo que oportuniza aos alunos um aprendizado mais ativo (HODSON, 1994), estimulando a imaginação, a curiosidade e o raciocínio, fazendo com que aprendizagem ocorra de forma significativa.

A abordagem prática no laboratório também é uma ferramenta que contribui significativamente para um trabalho interdisciplinar e contextualizado, de modo a integrar as disciplinas da área das Ciências da Natureza, como propõe as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006).

Dentro desse contexto, a Modelagem Matemática e a experimentação no laboratório de Física se tornam dois aliados interdisciplinares fundamentais na construção do pensamento dos educandos.

## **DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE**

A experiência teve duração de 6h/aula no contexto da disciplina de Física, nos espaços do laboratório de Ensino de Física, localizado no Campus da Universidade de Santa Cruz do Sul, juntamente com os espaços da Escola de Educação Básica Educar-se. Em particular, vamos nos concentrar em uma turma de 32 alunos do segundo ano do Ensino Médio, do ano de 2017. Os dados produzidos foram elaborados com base em observações, experimentos e análises feitas a partir de ações e interações realizadas nas aulas de Física com os professores de Física e Matemática.

Inicialmente foi feito aos alunos a pergunta “será possível construir uma escala termométrica?”. No primeiro momento, os alunos afirmaram ser impossível uma vez que seria necessário construir um termômetro. A partir desse fato, o professor de Física propôs fazer um termômetro usando uma garrafa pet de 250ml, canudo e álcool, conforme Figura1. Esses materiais foram escolhidos por serem de baixo custo.

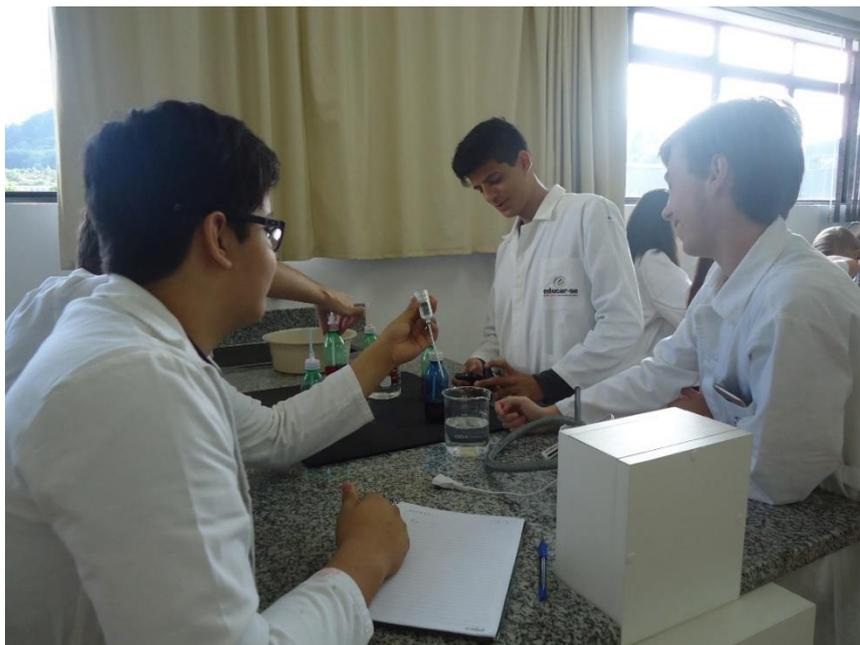
Figura 1: Termômetro construído pelos alunos.



Fonte: os autores.

Com os termômetros já construídos era necessário calibrá-los para verificar se estavam funcionando. Para isso foi necessário utilizar o laboratório de Ensino de Física da UNISC, no qual o processo de calibração consistia em submeter os termômetros a temperatura diferentes e verificar se o nível do álcool no canudo mudaria. Durante essa etapa, os alunos trabalharam em grupos e puderam verificar que alguns termômetros não estavam funcionando e puderam criar hipóteses sobre esse fato.

Figura 2: alunos calibrando os termômetros no laboratório.



Fonte: os autores.

A partir da verificação do funcionamento dos termômetros, os alunos deveriam criar uma escala termométrica. Nessa etapa eles tiveram dificuldades em relacionar variáveis para se chegar a estrutura da escala, no qual a professora de Matemática foi fundamental no auxílio desse processo.

Durante a construção da escala foi sugerido que eles observassem a dilatação do álcool no canudo do termômetro caseiro e que variável poderia ser relacionada a esse fenômeno, uma vez que estavam utilizando um termômetro digital na escala Celsius para as calibrações.

Os grupos após a observação do termômetro, sugeriram que poderia ser relacionado a variação do comprimento do líquido no canudo com a temperatura na escala Celsius, sendo outra possibilidade a relação entre o tempo em que a coluna do líquido dilatava em função da temperatura na escala Celsius. Após a constatação dessas observações, os alunos iniciaram o processo de construção da sua própria escala. Os alunos estavam divididos em 6 grupos, porém será descrito as atividades de apenas dois, uma vez que, os demais utilizam as mesmas estratégias usadas por esses.

O grupo 1 decidiu utilizar como estratégia a variação do comprimento da coluna de líquido no termômetro. Para isso, inicialmente verificaram que o termômetro a uma temperatura ambiente de  $26^{\circ}\text{C}$  a coluna do líquido marcava 9 cm do bulbo do termômetro e quando a temperatura subia para  $28,8^{\circ}\text{C}$  essa coluna marcava 12,3 cm. A partir dessas observações, os alunos deduziram que as grandezas envolvidas eram

proporcionais, ou seja, quanto maior a temperatura, maior o comprimento da coluna de líquido. Sendo assim, o teorema de Tales poderia ser um artifício matemático importante na determinação de uma expressão matemática que pudesse converter a escala criada na escala Celsius, conforme registro na Figura 3.

Figura 3: Expressão criada pelo Grupo 1.

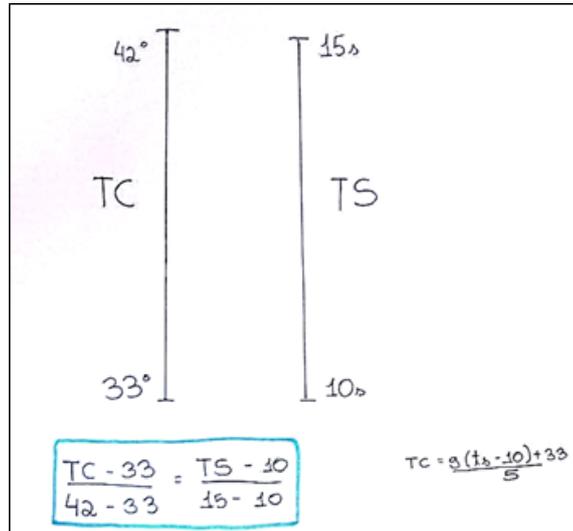
$$\begin{array}{cc}
 \begin{array}{c} T_m \text{ } ^\circ\text{C} \quad 22,3^\circ\text{C} \\ | \\ T_x \text{ } x \\ | \\ T_m \text{ } \quad \quad 26^\circ\text{C} \end{array} & 
 \begin{array}{c} C_m \text{ } ^\circ\text{M} \quad 12,3\text{cm} \\ | \\ C_x \text{ } x \\ | \\ C_m \text{ } \quad \quad 9\text{cm} \end{array} \\
 \\ 
 \frac{T_x - 26}{22,3 - 26} = \frac{C_x - 9}{12,3 - 9} \\
 \\ 
 \frac{T_x - 26}{2,8} = \frac{C_x - 9}{3,3} \\
 \\ 
 3,3 (T_x - 26) = 2,8 (C_x - 9) \\
 \\ 
 T_x = \frac{2,8 (C_x - 9) + 26}{3,3}
 \end{array}$$

Fonte: os autores.

A escala criada pelo Grupo 1 recebeu o nome de *μηκος* (Cx) uma palavra grega que significa comprimento. Nessa escala os pontos de fusão e ebulição da água, respectivamente, são de aproximadamente -21,64 cm e 96,21 cm.

O grupo 2 usou o tempo em que a coluna do líquido do termômetro caseiro levava para marcar uma certa temperatura na escala Celsius para construir a expressão de conversão da escala criada com a Celsius. O grupo também utilizou o teorema de Tales como artifício matemático e nomeou a escala de Descubra (Ts), justificaram o nome, pois foi necessário uma ‘descoberta’. Nessa escala, o ponto de ebulição da água marca 47,2 s e de fusão 8,3s. Na Figura 4 está descrito o processo feito pelo grupo utilizando o teorema de Tales.

Figura 4: Conversão da escala Descubra para a escala Celsius



Fonte: os autores.

Finalizando as atividades, os alunos produziram cartazes que ficaram expostos na escola a fim de socializar a prática realizada com a comunidade escolar, conforme Figura 5.

Figura 5: Exposição na escola da prática.



Fonte: os autores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da proposta da construção de escalas termométricas nas aulas de Física aliada a Modelagem Matemática foi possível constatar que o uso da construção de modelos matemáticos por meio da exploração de um termômetro caseiro foi um grande aliado no processo de ensino/aprendizagem, pois possibilitou aos professores e alunos, que ambos fossem sujeitos ativos no processo de construção do conhecimento.

Desta forma, a Modelagem Matemática aliada a experimentação permitiu responder a pergunta: porque tenho que aprender isso? Ela propiciou uma forma de construção do conhecimento que fluiu naturalmente e não por imposição, facilitando o entendimento e possibilitando a interdisciplinaridade entre a Física e Matemática.

Outro fator importante é que os alunos compreenderam os fenômenos físicos associados ao modelo matemático, no qual conseguiram estabelecer relações entre os dados obtidos e o seu significado na experimentação.

## REFERÊNCIAS

BASSANEZI, Rodnei Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem Matemática e implicações no ensino e na aprendizagem de Matemática**. 2.ed. Blumenau: Edfurb, 2004.

\_\_\_\_\_. **30 anos de Modelagem Matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais**. Alexandria, v.2, n.2, p.7-32, 2009.

\_\_\_\_\_. **Modelagem Matemática no Ensino Fundamental**. Blumenau: Edfurb, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2006.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Prefácio. In: BASSANEZI, Rodnei Carlos. **Transdisciplinaridade**. São Paulo: Palas Athenas, 1997.

\_\_\_\_\_. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

HODSON, D. **Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias**, 12: 3, 299-313, 1994.