Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169

A LEI DE RESFRIAMENTO DE NEWTON E A MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO

NEWTON'S LAW OF COOLING: AN EXPERIENCE WITH MATHEMATICAL MODELING IN HIGH SCHOOL

José Ivan Luz Batista
Especialista, Colégio São Judas Tadeu, Brasil
E-mail: ivanbatista120996@hotmail.com

Luis Widney Carvalho Macedo
Especialista, Escola São José, Brasil
E-mail: luiswidney1996@gmail.com

Paulo Victor Ribeiro Lima
Especialista, CETI Álvaro Rodrigues de Araújo, Brasil
E-mail: paulovictor4991@gmail.com

Zenilda de Sousa Eloi
Especialista, CETI Mariano Borges Leal, Brasil
E-mail: zenildaeloi@gmail.com

Guilherme Luiz de Oliveira Neto
Doutor, Instituto Federal do Piauí – IFPI, Brasil
E-mail: guilherme@ifpi.edu.br

Roberto Arruda Lima Soares
Doutor, Instituto Federal do Piauí – IFPI, Brasil
E-mail: robertoarruda@ifpi.edu.br

Recebido: 01/06/2025 – Aceito: 12/06/2025

Resumo

Este artigo apresenta uma experiência prática realizada com estudantes do Ensino Médio, envolvendo a aplicação da Lei de Resfriamento de Newton por meio da modelagem matemática em uma abordagem interdisciplinar. O objetivo foi demonstrar como a Lei de Resfriamento de Newton pode ser aplicada no Ensino Médio como experiência interdisciplinar integrando conhecimentos

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169

matemáticos e físicos em um contexto prático da realidade estudantil. O experimento analisou o comportamento térmico de dois materiais, metal e cerâmica, após serem aquecidos e deixados em temperatura ambiente. Foram registradas as variações da temperatura ao longo do tempo, registrando os dados em intervalos regulares e construindo o gráfico que representa o processo de resfriamento. A partir disso, foi possível aproximar a situação a uma função exponencial decrescente, relacionando teoria física e conceitos matemáticos. A proposta favoreceu a compreensão interdisciplinar entre Física e Matemática e possibilitou aos alunos vivenciarem o uso da modelagem como ferramenta para interpretar fatos do cotidiano. A comparação entre os dados reais e os valores teóricos da função permitiu validar o modelo e evidenciar o comportamento térmico diferenciado entre os materiais. A proposta contribuiu para aproximar os alunos da aplicação prática da Matemática e da Física, promovendo uma aprendizagem contextualizada, investigativa e interdisciplinar.

Palavras-chave: Lei de Resfriamento de Newton; Modelagem Matemática; Física.

Abstract

This article presents a practical experience conducted with high school students, involving the application of Newton's Law of Cooling through mathematical modeling in an interdisciplinary approach. The objective was to demonstrate how Newton's Law of Cooling can be applied in high school as an interdisciplinary experience integrating mathematical and physical knowledge in a practical context of student reality. The experiment analyzed the thermal behavior of two materials, metal and ceramic, after being heated and left at room temperature. Temperature variations were recorded over time, capturing data at regular intervals and constructing a graph representing the cooling process. From this, it was possible to approximate the situation to a decreasing exponential function, relating physical theory and mathematical concepts. The proposal fostered an interdisciplinary understanding between Physics and Mathematics and enabled students to experience modeling as a tool to interpret everyday facts. The comparison between real data and theoretical values of the function allowed for validating the model and highlighting the differentiated thermal behavior between the materials. The proposal contributed to bringing students closer to the practical application of Mathematics and Physics, promoting contextualized, investigative, and interdisciplinary learning.

Keywords: Newton's Law of Cooling; Mathematical Modeling; Physics.

1. Introdução

Ensinar Matemática de uma maneira que faça sentido para os estudantes ainda é uma dificuldade, sobretudo no Ensino Médio. Corriqueiramente os conteúdos matemáticos são ensinados de maneira abstrata, sem explorar a sua relação com os acontecimentos diários (D'Ambrosio, 1996). Essa abordagem distante da realidade acaba deixando os estudantes desmotivados e desinteressados, especialmente quando o conteúdo não é facilmente verificável no dia a dia.

Para Leite et al. (2020, p. 20) utilizar a contextualização é uma maneira de

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169

“criar cenários para uma aprendizagem motivadora, que supere o distanciamento entre as experiências do aluno e os conteúdos estudados”. Além disso, os mesmos autores, compreendem que a interdisciplinaridade proporciona aos estudantes uma percepção sobre as várias aplicações da matemática.

Nesse sentido, o presente artigo parte da Lei de Resfriamento de Newton, um fenômeno físico simples de observar e fácil de reproduzir em sala de aula, como ponto de partida para trabalhar a função exponencial e a modelagem matemática no Ensino Médio.

A Lei de Resfriamento de Newton afirma que a taxa de variação da temperatura de um corpo é proporcional à diferença entre a temperatura desse corpo e a do ambiente (Halliday; Resnick; Walker, 2011). A partir dessa lei é possível modelar matematicamente o resfriamento térmico, permitindo a interpretação gráfica e o estudo da variação da temperatura ao longo do tempo.

Diante o exposto, emerge a seguinte questão: Pode a utilização da Lei de Resfriamento de Newton, por meio da modelagem matemática integrar a aprendizagem de conceitos matemáticos e físicos a realidade estudantil?

Uma alternativa é relacionar a Matemática a Física por meio de atividades experimentais como a aplicação do resfriamento térmico de materiais para explorar a função exponencial. Esta abordagem pode promover o interesse e consequentemente deixar os alunos mais motivados quanto ao prosseguimento nos físicos e matemáticos.

Assim, este artigo tem como objetivo geral apresentar como a Lei de Resfriamento de Newton pode ser aplicada no Ensino Médio como recurso didático para trabalhar conteúdos matemáticos, especialmente a função exponencial, por meio de uma experiência interdisciplinar contextualizada.

Para tal estipula-se os seguintes objetivos específicos: explicar a lei de resfriamento de newton, introduzir a modelagem matemática, propor uma atividade prática baseada no resfriamento térmico de materiais (metal e cerâmica) como ponto de partida para o estudo da função exponencial, coletar dados experimentais das temperaturas ao longo do tempo organizando-os em gráficos e tabelas e relacionar a variação da temperatura com a estrutura da função exponencial decrescente.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169

A proposta se justifica por estimular o envolvimento ativo dos alunos na coleta e análise de dados, incentivando a interpretação gráfica e a aplicação da Matemática em situações perceptíveis. Além disso, está alinhada à BNCC (2018) ao desenvolver competências como investigação, resolução de problemas e pensamento científico.

2. Revisão da Literatura

2.1 Lei de Resfriamento de Newton

A Lei de Resfriamento de Newton é um modelo matemático que nos permite analisar a variação de temperatura de um determinado corpo $T(t)$, variação essa que segundo o modelo, ocorre de maneira proporcional à diferença entre sua temperatura(T) e a do ambiente em que está inserido(Ta), e é definida pela equação diferencial ordinária de 1ª ordem

$$\begin{cases} \dfrac{DT}{dt} = k(T - Ta) \\ T(0) = T_0 \end{cases}$$

Sendo k uma constante de proporcionalidade que está ligada as características do material analisado. Utilizando métodos resolutivos, podemos encontrar uma solução para o problema de valor inicial (PVI) apresentado acima:

$$\frac{DT}{dt} = k(T - Ta) \Rightarrow \frac{DT}{(T - Ta)} = k.dt$$

$$\Rightarrow \int \frac{DT}{(T - Ta)} = \int k.dt$$

$$\Rightarrow \ln T - Ta = kt + c$$

$$\Rightarrow T - Ta = e^{kt+c}$$

$$\Rightarrow T = Ta + e^c e^{kt}$$

$$\Rightarrow T = Ta + Ce^{kt}$$

Como $T(0) = T_0$, temos que

$$T(0) = T_0 = Ta + C \Rightarrow C = T_0 - Ta$$

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169

Com efeito, podemos concluir que a Lei de Resfriamento de Newton é dada pela expressão: $T(t) = Ta + (T_0 - Ta)e^{kt}$

Para Santos, Lima et al. (2017), quando observarmos corpos a diferentes temperaturas é possível perceber se estes estão em contato. Em caso positivo, haverá uma transferência de calor do corpo mais quente transferir o calor para o corpo que está mais frio ao ponto em que se consiga um equilíbrio térmico, ou seja, ambos adquiram a mesma temperatura.

Nos moldes da Lei de Resfriamento de Newton quando um corpo de estudo é exposto a um ambiente, cuja temperatura seja menor que a sua atual, ele tende a regular sua temperatura de maneira que a mesma atinja a igualdade ou a maior aproximação possível ocasionando assim o equilíbrio térmico.

Uma observação comum é a retirada de objetos de um forno, à medida que o corpo de estudo para de sofrer incidência de calor, sua temperatura começa a se balancear com a temperatura ambiente a qual o próprio está exposto. Rotineiramente verificamos isso ao retirarmos um bolo de um forno, nos primeiros minutos sua temperatura encontra-se “elevada” e após alguns minutos/horas, sua temperatura se estabiliza com a temperatura ambiente do meio.

2.2 Modelagem Matemática

A Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de técnicas que visam estabelecer relações capazes de explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, auxiliando na realização de predições e na tomada de decisões (Burak, 1992).

A Modelagem Matemática em sala de aula pode ser vista como uma atividade essencialmente cooperativa, onde a interação entre os alunos e entre, professor e aluno, têm um papel importante na construção do conhecimento. Por outro lado, a relação com a sociedade também pode ser fortemente estimulada, uma vez que o problema investigado pelo aluno tem nela a sua origem (Almeida; Dias, 2004).

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169

Para mais, o caráter manipulável da modelagem matemática permite que não só o aluno enxergue a ciência aplicada ao cotidiano, como ele próprio aplicá-la, tornando-se, ao mesmo tempo, receptor e autor do conhecimento, contribuindo para uma educação ativa.

Associar um experimento físico com a matemática permite compreender e explicar de maneira mais concreta situações que fazem parte do cotidiano. Para Yabiku e Bernardo (2020), a matemática traduz o fenômeno físico numa linguagem simbólica oferecendo também uma gama de ferramentas lógicas que possibilitam sua análise. Essas representações são, na verdade, modelos da realidade que são construídos para interpretar, conhecer e agir sobre o evento.

Além disso, ao abordarmos o tema por meio da modelagem matemática estamos contribuindo para o desenvolvimento da interdisciplinaridade entre matemática e física, uma vez que o equilíbrio térmico é um conceito físico, mas que é analisado do ponto de vista matemático, com o auxílio de funções exponenciais, análises gráficas dentre outras ferramentas.

3. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa de campo, com abordagem experimental e caráter exploratório, realizada com alunos do Ensino Médio em ambiente escolar no município de Itainópolis - PI (Gil, 2019, 2023). Foi realizado um experimento baseado na Lei de Resfriamento de Newton, com o objetivo de aplicar conceitos matemáticos e físicos em uma situação prática, promovendo a aprendizagem interdisciplinar por meio da modelagem matemática.

Inicialmente, realizou-se uma apresentação da Lei de Resfriamento de Newton e da ideia intuitiva de função exponencial, como forma de introduzir a temática do trabalho (Fotografia 1). Um resumo em slide foi preparado contemplando as principais informações sobre os conteúdos a serem abordados e exemplos de soluções práticas da aplicação da fórmula da Lei de Newton.

Fotografia 1 – Apresentação do conteúdo

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169



Fonte: elaborado pelos autores.

Para um segundo momento, fez-se necessário levantar os seguintes questionamentos com o intuito de instigar a dúvida e curiosidade entre os alunos presentes: Em algum momento, vocês já refletiram sobre o resfriamento de um objeto? Podemos calcular o resfriamento de um objeto aqui e agora? Qual o tempo necessário para um objeto chegar à temperatura ambiente? Qual seria a taxa de resfriamento de uma Telha de Cerâmica e de uma Barra de Metal, após o fim de um aquecimento?

De posse do modelo e após os questionamento, foi aplicado um experimento de aquecimento e resfriamento de materiais, cujos dados empíricos foram comparados aos dados teóricos da aplicação dos valores coletados no modelo acima, atestando assim a validade da expressão encontrada como uma representação confiável para a análise do resfriamento de corpos no decorrer do tempo.

Ao estabelecer uma ponte entre e teoria e prática, a modelagem matemática se coloca no cenário educacional como uma ferramenta muito útil para a abordagem de conteúdos que geralmente ficavam apenas no campo das ideias, além de

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169

responder um questionamento recorrente nas salas de aula de todo o Brasil: “Professor, onde utilizarei isso na minha vida?”.

O experimento foi conduzida em sala de aula, utilizando uma barra de metal e uma telha de cerâmica. Os dois materiais foram aquecidos em fogão elétrico e resfriados à temperatura ambiente. As temperaturas foram aferidas e registradas pelos professores e alunos em intervalos regulares, possibilitando a construção de gráficos e a análise da curva de resfriamento dos corpos.

O experimento foi planejado com base em materiais de baixo custo, podendo ser encontrados com facilidade, inclusive em ambientes escolares, sem a necessidade de grandes investimentos. A tabela a seguir apresenta os itens utilizados:

Tabela 1 - Lista de Materiais

MATERIAIS NECESSÁRIOS
Termômetro digital;
Cronômetro;
Telha de Cerâmica;
Barra de Metal (Aprox. 15 cm);
Fogão Elétrico ou similar para aquecimento;

Fonte: elaborado pelos autores.

4. Resultados e Discussão

Para Moraes e Junior (2015), a abordagem da ciência por meio de

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169

experimentos didáticos tem uma grande importância na aprendizagem dos estudantes, pois é na prática, motivados por sua curiosidade, que os alunos buscam novas descobertas, questionam sobre diversos assuntos, e o mais importante, proporciona uma aprendizagem mais significativa.

Diante da aula experimental, foi possível observar que a correlação da fórmula matemática com uma situação cotidiana de esquentar o metal e a cerâmica, fez com que os alunos tivessem um foco maior no objetivo dos cálculos. A priori, quando a parte teórica foi exposta e os questionamentos feitos, os discentes se sentiram deslocados, mas isso foi mudando no decorrer na conversa.

Nesse momento, foi solicitado que os alunos repensassem sobre situações rotineiras que, em algum momento, já presenciaram aquela prática. A partir dessas reflexões, surgiram dúvidas sobre a previsibilidade de tais acontecimentos e a exposição da Lei de Resfriamento de Newton pôde norteá-los nesse sentido.

Após uma pequena discussão e reflexão temática, começou-se a aula prática propriamente dita. Foi colocado sobre a mesa um Fogão Elétrico, para começar o processo de aquecimento e em cima das duas bocas disponíveis para aquecimento, inserimos a Telha de Cerâmica e a Barra de Metal. Com 10 minutos, auferimos a temperatura dos corpos de estudo, a fim de verificar se já estavam em uma temperatura considerável para desligar o fogão.

Ao conferir a temperatura, foi possível constatar que ambos os corpos estavam acima da capacidade limite do termômetro, ilustrada HI (High), logo, acima de 90º, como mostra a Fotografia 2.

Fotografia 2: Fogão e materiais aquecidos

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169



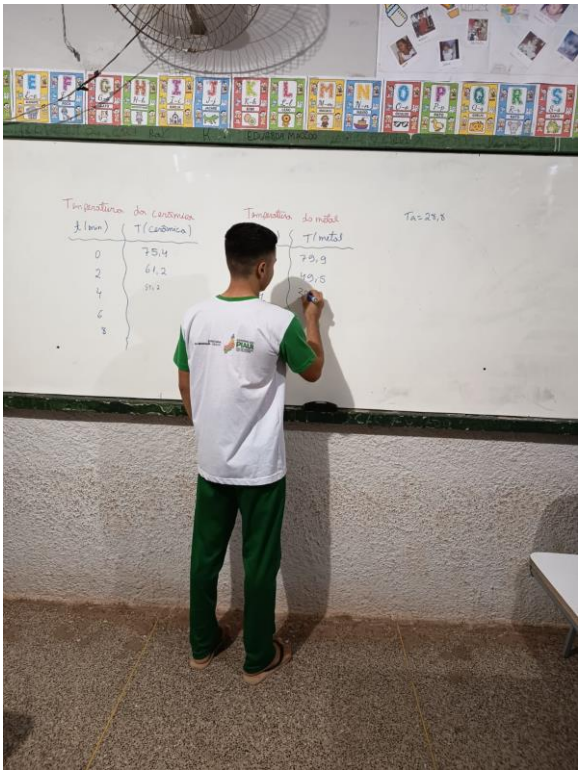
Fonte: elaborado pelos autores.

O fogão foi então desligado e em seguida aguardado alguns instantes até que o termômetro fosse capaz de registrar as temperaturas. Depois de constatado que as temperaturas dos corpos já podiam ser medidas com o termômetro digital, convidamos os alunos para participar do registro das temperaturas.

Um voluntário averiguou que a temperatura atual do ambiente era de 28.8 ºC. Esta informação é importante e necessária para o experimento, tendo em vista que os resultados dependem da temperatura ambiente para fazer os cálculos da Lei de Resfriamento de Newton. Com um público de 14 estudantes, foi possível promover a participação ativa dos discentes, onde se voluntariavam para fazer a medição das temperaturas, cronometrar o tempo para o estudo e registrar os resultados no quadro (Fotografia 3).

Fotografia 3 – Registros da aferição

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169



Fonte: elaborado pelos autores.

A cada 2 minutos a temperatura de ambos os corpos era aferida com o auxílio do termômetro digital e anotada no quadro para que todos pudessem acompanhar. O processo de medir e registrar a temperatura da Telha e do Metal se repetiu por 8 minutos e foram catalogadas 5 temperaturas, como mostra a Tabela 2 abaixo. A quantidade de ciclos e o tempo de cada ciclo fica a critério de quem está marcando o experimento.

Tabela 2: Ciclos e Temperaturas Cerâmica X Metal.

INTERVALOS	**TEMP. CERÂMICA**	**TEMP. BARRA DE METAL**
0 minutos (Inicial)	75.4 °C	79.9 °C
2 minutos	61.2 °C	49.5 °C
4 minutos	51.2 °C	38.6 °C
6 minutos	45.4 °C	35.5 °C

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169

8 minutos	41.4 °C	33.8 °C

Fonte: elaborado pelos autores.

Ao final de 5 marcações de temperatura, encerramos as anotações. É importante ressaltar que, quanto mais a temperatura dos corpos se aproximam da temperatura ambiente, menor é a variação de temperatura no gráfico, logo, após muitos ciclos a variação de temperatura seria mínima ao verificar o termômetro.

Com os dados coletados, foi possível aplicar a fórmula da Lei de Resfriamento de Newton e determinar o coeficiente de resfriamento dos materiais analisados e construir a tabela 3 com o valor da constante k=-0,1817210591 para a cerâmica e k= -0,4518253984 para o metal.

Tabela 3: Ciclos e Temperaturas Cerâmica X Metal de acordo com a Lei de Resfriamento de Newton

INTERVALOS	**TEMP. CERÂMICA LEI DE NEWTON**	**TEMP. METAL LEI DE NEWTON**
0 minutos (inicial)	75.4 °C	79.9 °C
2 minutos	61.2 °C	49.5 °C
4 minutos	51.3 °C	37.2 °C
6 minutos	44.5 °C	32.2 °C
8 minutos	38.7 °C	30.2 °C

Fonte: elaborado pelos autores.

Com base nas tabelas 2 e 3, foi possível comparar os resultados obtidos no experimento com os resultados da aplicação da Lei de Newton:

Tabela 4: Resultados do experimento e os resultados da aplicação da Lei de Newton

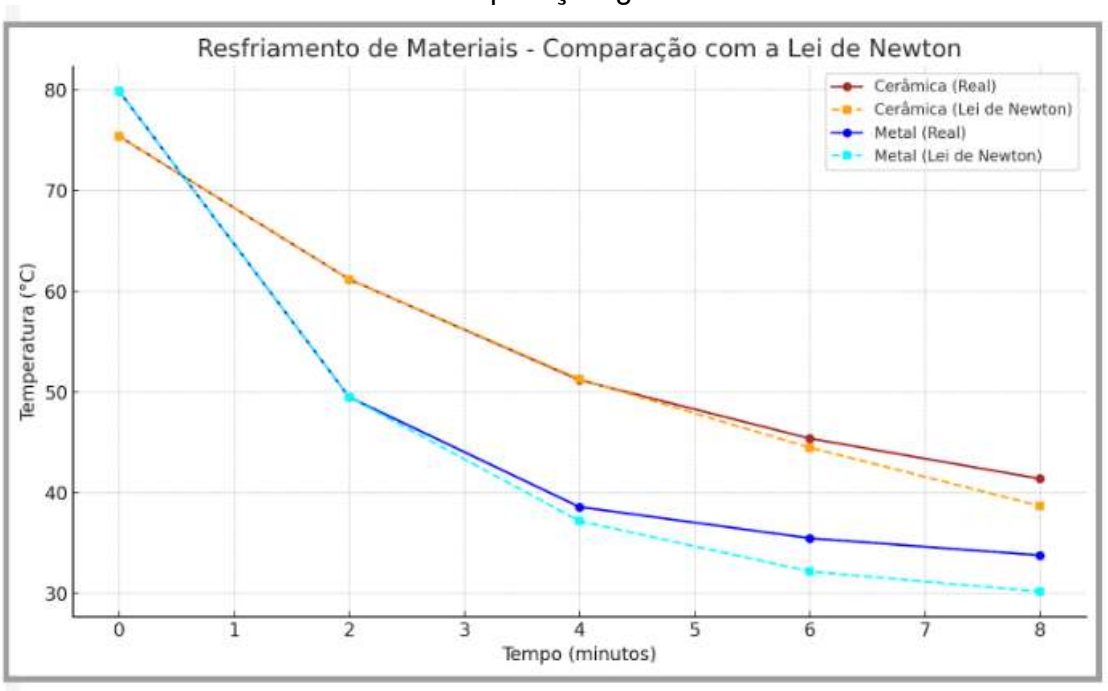
Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169

INTERVALOS	TEMP. CERÂMICA	TEMP. CERÂMICA LEI DE NEWTON	TEMP. METAL	TEMP. METAL LEI DE NEWTON
0 minutos (inicial)	75.4 °C	75.4 °C	79.9 °C	79.9 °C
2 minutos	61.2 °C	61.2 °C	49.5 °C	49.5 °C
4 minutos	51.2 °C	51.3 °C	38.6 °C	37.2 °C
6 minutos	45.4 °C	44.5 °C	35.5 °C	32.2 °C
8 minutos	41.4 °C	38.7 °C	33.8 °C	30.2 °C

Fonte: elaborado pelos autores.

Para uma melhor comparação dos resultados, pode-se observar graficamente a curva de resfriamento de ambos os corpos através do gráfico abaixo:

Gráfico 1 – Comparação gráfica dos resultados



Fonte: elaborado pelos autores.

Diante os dados apresentados, houve uma proximidade dos valores obtidos

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4169

no experimento com os valores da lei de resfriamento de Newton, como se observa nos intervalos: 2 e 4. A partir do 4º minuto houve maior variação do resultado esperado. Este fato se dá em virtude das características do ambiente do experimento, já que o estabelecimento de ensino não conta com laboratório para esse tipo de estudo. Nota-se ainda, que o resfriamento do metal ocorreu de forma mais rápida, uma vez que possui maior condutividade termina.

5. Conclusão

A abordagem interdisciplinar promoveu a ideia de que os dois componentes curriculares não estão isolados e podem contribuir mutuamente para a construção do conhecimento, especialmente quando conexos com a realidade dos estudantes. Em comparação a aulas anteriores notou-se maior interação e atenção com os assuntos abordados.

A aproximação entre os resultados empíricos e os valores teóricos previstos pela Lei de Resfriamento de Newton atestaram a validade do modelo e permitiu que os alunos compreendessem na prática o comportamento da função exponencial decrescente. Ademais, a diferença entre os resultados em alguns momentos do experimento (inclusive entre os materiais) serviu como oportunidade para reflexões sobre as variáveis ambientais, limitações técnicas e conceitos físicos, despertando o raciocínio investigativo.

A interdisciplinaridade promovida pela atividade também contribuiu para reforçar a relevância da matemática na compreensão de fenômenos físicos cotidianos, respondendo à recorrente indagação dos estudantes sobre a aplicabilidade dos conteúdos escolares. Assim, a proposta mostrou-se uma alternativa didática viável e alinhada às diretrizes da BNCC, promovendo aprendizagem contextualizada, investigativa e interdisciplinar.

Referências

ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **BOLEMA**, Rio Claro (SP), n. 22, p. 1–15, set. 2004. Disponível em: https://www.boletimobematematica.com.br. Acesso em: 8 jun. 2025.

BURAK, D. **Modelagem Matemática: uma proposta de ensino-aprendizagem**. 1992. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, Brasília, 2018. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em 16 de maio de 2025.

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática.** 6. ed. Campinas: Papirus, 1996.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2023.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física: gravitação, oscilações e ondas, termodinâmica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

LEITE, M. D. S.; COSTA, K. L. P.; BELCHIOR, S. M. S. D.; BELCHIOR, V. C. S. D.; LACERDA, W. D. A.; NASCIMENTO, R. E. I. D. Matemática é realidade: Estratégias de contextualização na Prática Pedagógica. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.** v. 5, p. 99-115, 2020.

MORAES, J. U. P.; SILVA JUNIOR, R. S. Experimentos didáticos no ensino de Física com foco na Aprendizagem Significativa. **Latin-American Journal of Physics Education,** v. 9, n. 2, p. 2504-1–2504-5, jun. 2015. Disponível em: http://www.lajpe.org. Acesso em: 9 jun. 2025.

SANTOS, D. L.; RAMO, R. A.; LIMA, R. V.; BARROS, T. M. C.; PRIMO, A. S. Lei do Resfriamento de Newton: aplicação em blocos cerâmicos. ***Cadernos de Graduação – Ciências Exatas e Tecnológicas (UNIT)***, v. 4, n. 1, p. 21–28, 2017.

YABIKU, K. R.; BERNARDO, E. P. Uma abordagem interdisciplinar no ensino da física por meio da matemática e dos recursos tecnológicos. ***Brazilian Journal of Development***, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 85098–85108, nov. 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n11-068. Disponível em: https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/20380. Acesso em: 8 jun. 2025.