ISSN: 2358-8829

APLICAÇÃO PRÁTICA DO EXPERIMENTO COM ANEL DE GRAVESANDE COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA DILATAÇÃO TÉRMICA E DA MATEMÁTICA NO CONTEXTO DAS AVALIAÇÕES DE LARGA ESCALA E DO COTIDIANO

Francisca Helen Cardoso Gonçalves [1]
Carlos Alex Martins Oliveira [2]
Estefânia Cardoso Gonçalves [3]

INTRODUÇÃO

Este artigo teve o intuito de relatar uma experiência de dilatação térmica dos sólidos, buscando uma compreensão concreta dos conceitos de temperatura, calor e propriedades da matéria, e relacionando o fenômeno às suas aplicações reais.

A dilatação térmica é um fenômeno físico caracterizado pela variação das dimensões de um corpo em resposta a alterações de temperatura. Esse fenômeno ocorre em razão das mudanças na energia interna do material, que influenciam o movimento e as interações entre suas partículas constituintes. Nos sólidos, a dilatação térmica pode manifestar-se por meio de alterações no comprimento, na área superficial e no volume, sendo denominada, respectivamente, dilatação linear, superficial e volumétrica (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Uma das formas de demonstrar experimentalmente esse fenômeno é por meio do Anel de Gravesande, um dispositivo didático composto, tradicionalmente, por uma esfera metálica e um anel com abertura circular. Em condições iniciais, a esfera atravessa o anel, pois seus diâmetros são compatíveis. Entretanto, quando submetida ao aquecimento, a esfera sofre dilatação térmica, aumentando suas dimensões e impedindo sua passagem pela abertura. Após o resfriamento, a esfera tende a recuperar suas dimensões iniciais, podendo atravessar novamente o anel, desde que não ocorram deformações permanentes.

[1] Mestre pelo Curso de Gestão e Avaliação da Educação Pública da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, helengoncalves.hcs@gmail.com ;
[2] Doutor pelo Curso de Engenharia de Teleinformática da Universidade Federal do Ceará - UFC, calexmo@hotmail.com;
[3] Mestranda do Curso de Educação pela UNESA/RJ, tiaestezinha@gmail.com;

ISSN: 2358-8829

O princípio físico envolvido nesse experimento está relacionado à expansão dos materiais quando submetidos a uma elevação de temperatura. Para pequenas variações térmicas, a dilatação volumétrica pode ser descrita pela expressão matemática $\Delta V = V_0 \beta \Delta T$, em que ΔV representa a variação do volume, V_0 corresponde ao volume inicial, β é o coeficiente de dilatação volumétrica e ΔT representa a variação de temperatura. Essa relação evidencia que a alteração dimensional depende tanto das características do material quanto da variação de temperatura a que ele é submetido.

Além de demonstrar a dilatação térmica da esfera, o experimento permite discutir o comportamento de cavidades presentes em sólidos. Quando um anel metálico é aquecido uniformemente, seu diâmetro interno também tende a aumentar, uma vez que a expansão térmica ocorre em todas as direções do material. Esse aspecto contribui para a compreensão de que a dilatação térmica modifica as dimensões do corpo como um todo, incluindo as regiões que delimitam suas aberturas.

Nesse contexto, o Anel de Gravesande constitui um recurso experimental relevante para o estudo da Termologia, pois possibilita relacionar conceitos teóricos a fenômenos observáveis. Assim, o presente trabalho tem como objetivo relatar o contato dos alunos de uma escola pública de ensino médio do estado do Ceará, para demonstrar o comportamento dos sólidos submetidos a variações de temperatura, analisando a dilatação térmica da esfera metálica e sua relação com a passagem pelo anel, de modo a contribuir para a compreensão dos princípios físicos envolvidos nesse fenômeno.

O experimento do Anel de Gravezande, um dos clássicos da Física, tem grande relevância didática nas aulas de dilatação térmica do ensino médio, pois materializa um conceito abstrato: a dilatação térmica dos sólidos. Nesse experimento, os estudantes observam de forma direta o aumento de volume da esfera quando aquecida, ao compará-la com o espaço que ocupava anteriormente. Podem também ser observadas as variáveis que influenciam na dilatação: “tamanho inicial”, “variação de temperatura” e “coeficiente de dilatação” do material que constitui o corpo. Além disso, abre-se espaço para discussões sobre aplicações práticas observadas no cotidiano.

REFERENCIAL TEÓRICO

A dilatação térmica é um fenômeno físico caracterizado pela variação das dimensões de um corpo em decorrência de alterações em sua temperatura. Esse

comportamento ocorre porque o aumento da temperatura está associado ao aumento da energia interna do material, intensificando a agitação térmica de seus constituintes microscópicos. Em sólidos, esse processo pode provocar alterações no comprimento, na área superficial e no volume, sendo denominado, respectivamente, dilatação linear, superficial e volumétrica. A magnitude dessas variações depende de fatores como a natureza do material, a variação de temperatura e as condições às quais o corpo está submetido (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

O estudo experimental da dilatação térmica pode ser realizado por meio do Anel de Gravesande, dispositivo didático historicamente associado ao físico e matemático holandês Willem Jacob 's Gravesande (1688–1742). O equipamento é constituído, tradicionalmente, por uma esfera metálica e um anel com abertura circular, cujas dimensões são ajustadas para permitir a passagem da esfera quando ambos se encontram aproximadamente à mesma temperatura. Quando a esfera é aquecida, suas dimensões aumentam e ela deixa de atravessar a abertura do anel. Após o resfriamento, a esfera tende a recuperar suas dimensões iniciais, voltando a passar pelo anel. Dessa maneira, o experimento permite observar qualitativamente a dilatação térmica dos sólidos (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, s.d.).

Do ponto de vista teórico, a dilatação térmica dos sólidos pode ser descrita por relações matemáticas que associam a variação dimensional à variação de temperatura. Para a dilatação linear, essa relação é expressa por:

$$\Delta L = L_0 . \alpha . \Delta T$$

em que ΔL representa a variação do comprimento, L_0 é o comprimento inicial, αcorresponde ao coeficiente de dilatação linear do material e ΔT representa a variação de Temperatura. Para materiais isotrópicos, submetidos a variações moderadas de temperatura, o coeficiente de dilatação volumétrica γ pode ser aproximado por 3α, permitindo expressar a variação do volume pela equação:

$$\Delta V = V_0 . \gamma . \Delta T$$

na qual ΔVcorresponde à variação do volume e V_0 ao volume inicial. Essas relações 0constituem aproximações válidas para intervalos de temperatura nos quais os coeficientes de dilatação podem ser considerados aproximadamente constantes (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

ISSN: 2358-8829

Um aspecto importante demonstrado pelo Anel de Gravesande é que a dilatação térmica modifica as dimensões do corpo como um todo. Assim, quando um corpo metálico com uma abertura é aquecido uniformemente, o diâmetro interno dessa abertura também aumenta. Esse comportamento pode ser compreendido considerando-se que a expansão ocorre em todas as direções do material, incluindo as regiões que delimitam a cavidade. Portanto, a abertura do anel não se contrai com o aquecimento; ao contrário, tende a aumentar de tamanho (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, s.d.).

Além de evidenciar a relação entre temperatura e dimensões dos sólidos, o experimento possibilita discutir a reversibilidade da dilatação térmica em condições nas quais não ocorrem transformações permanentes no material. Ao retornar à temperatura inicial, a esfera tende a recuperar suas dimensões originais, desde que não tenham ocorrido alterações estruturais ou deformações permanentes. Entretanto, o resultado observado depende das condições experimentais, especialmente da temperatura atingida, da uniformidade do aquecimento, do material utilizado e da diferença inicial entre o diâmetro da esfera e o diâmetro interno do anel.

Dessa forma, o Anel de Gravesande constitui um recurso experimental relevante para o estudo da termologia, pois relaciona conceitos teóricos de dilatação térmica a uma observação macroscópica direta. Sua utilização permite compreender como as variações de temperatura influenciam as dimensões dos sólidos, contribuindo para a análise de fenômenos térmicos e para a construção do conhecimento científico por meio da experimentação.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Na primeira etapa, alunos da 2ª série do Ensino Médio da EEM Heráclito de Castro e Silva foram apresentados ao tema através da aula, acompanhando pelo livro didático, exploraram a dilatação térmica, classificando-a em linear, superficial e volumétrica, além das equações matemáticas que descrevem essas variações.

Na segunda etapa, os alunos realizaram a prática utilizando o Anel de Gravesande. O aparato Anel de Gravesande foi desenvolvido por Willem Jacob´s Gravesande (1688-1742), físico-holandês, no século XVIII, para demonstrar de forma empírica a dilatação dos sólidos. O instrumento é composto por uma fonte de calor, um disco metálico vazado

ISSN: 2358-8829

e uma esfera que passa perfeitamente pelo orifício vazio do disco, quando estão à mesma temperatura.

Nessa etapa, os alunos aqueceram a esfera e perceberam seu aumento de tamanho, o que impediu sua passagem pelo orifício. Nessa experiência observou-se a dilatação térmica, que, normalmente, não é visível a olho nu. Algumas versões aquecem o anel em vez da esfera. Aí a esfera que antes não passava, passa depois que o anel dilata. Os alunos levantaram hipóteses, observaram o fenômeno e relacionaram os conceitos com situações cotidianas, como rejuntes em pisos, juntas de dilatação em pontes e trilhos de trem, além de integrar conteúdos matemáticos relacionados a comprimento, área e volume.

Na etapa final, a avaliação considerou a aprendizagem conceitual, a participação ativa, a habilidade investigativa e a transposição didática.

Destacamos motivos importantes para o estudo e entendimento da dilatação térmica. Tem-se uma prova visual de que “sólidos se dilatam com calor”, pois, antes dos termômetros precisos, era difícil convencer que metal "cresce" com calor. O Anel de Gravezande transforma um conceito abstrato em algo que qualquer pessoa vê acontecer. A esfera não atravessa porque aumentou de tamanho, mesmo que imperceptível a olho nu.

Além de provar que o sólido se dilata, mostra ainda que a dilatação ocorre em todas as direções. O diâmetro da esfera aumenta, então, a dilatação não acontece só no comprimento linear. Isso ajuda a entender que corpos aquecem e expandem volume: comprimento, largura e altura.

Mais uma comprovação é a da dilatação do espaço vazado. Quando se aquece o anel, o furo também dilata. Alguns alunos têm dúvida de que o material tende a preencher o furo. Mas no experimento, o diâmetro interno do anel aumenta, e então, a esfera que antes não passava pelo espaço vazado devido à dilatação pelo aumento de temperatura, se o espaço vazado aumenta, a esfera torna a passar.

Esse experimento serve de fundamento para explicar várias disposições do dia a dia e da indústria, como, por exemplo: os espaçamentos entre as barras metálicas dos trilhos de trem, onde são deixadas folgas entre os comprimentos das barras metálicas porque dilatam no calor, igual ao anel; as juntas de dilatação em obras de engenharia como pontes e viadutos que têm espaços para o concreto expandir; o arrebite a quente, que a peça aquecida é encaixada e, ao esfriar, contrai e prende forte; tampas de vidro emperradas, que ao aquecer a tampa metálica dilata o diâmetro e ela solta, dentre outros.

ISSN: 2358-8829

O experimento não mede quanto dilatou, mas abre caminho para quantificar. Mostra que materiais diferentes dilatam diferente: uma esfera de alumínio vai travar mais rápido que uma de aço, porque o tem coeficiente de dilatação linear maior, etc.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Anel de Gravesande é um experimento clássico por materializar um fenômeno microscópico em escala e macroscópico, superando a abstração da fórmula. Nesse experimento, observou-se a dilatação térmica, que, normalmente, não é visível a olho nu.

De acordo com a BNCC – Competência Específica 1 de Ciências da Natureza para o Ensino Médio (EM13CNT10), o aluno deve analisar fenômenos e materiais para propor ações. Neste caso, contempla-se a habilidade de investigar e argumentar com base em evidências.

Como era esperado, o experimento do Anel de Gravesande evidenciou a influência da temperatura sobre as dimensões dos corpos sólidos. Inicialmente, à temperatura ambiente, a esfera metálica atravessou justamente o disco vazado. Após seu aquecimento, a esfera apresentou aumento de suas dimensões, impossibilitando sua passagem pela abertura. Posteriormente, com o resfriamento, a esfera retornou aproximadamente às dimensões iniciais, permitindo novamente sua passagem pelo anel. Em alguns casos, ao mesmo tempo, com o contato da esfera mais quente que o disco vazado, houve propagação de calor por condução, o que tornou o vazado do disco metálico também com dimensões maiores que as inicias, e a esfera pôde passar novamente pelo vazado.

Os resultados demonstram qualitativamente os fenômenos de dilatação e contração térmica dos sólidos, corroborando o princípio de que as variações de temperatura podem provocar alterações nas dimensões dos materiais. Dessa forma, o experimento permite relacionar os conceitos teóricos da dilatação térmica às observações experimentais, contribuindo para a compreensão do comportamento dos sólidos submetidos a variações de temperatura.

A experimentação mostrou-se eficaz para fortalecer a aprendizagem significativa, o raciocínio matemático e a compreensão prática da dilatação térmica, contribuindo também para o desempenho em avaliações de larga escala.

ISSN: 2358-8829

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento do Anel de Gravesande possibilitou compreender, de forma qualitativa, o fenômeno da dilatação térmica dos sólidos e a influência da variação de temperatura sobre as dimensões dos materiais. A partir do aquecimento da esfera metálica, verificou-se, conforme o comportamento esperado, que o aumento de suas dimensões pode impedir sua passagem pelo disco vazado. Após o resfriamento, a esfera tende a retornar às dimensões iniciais, permitindo novamente sua passagem, desde que não ocorram deformações permanentes.

Dessa forma, o experimento evidencia que a transferência de energia térmica pode provocar alterações dimensionais nos sólidos, estando esse comportamento relacionado às propriedades físicas dos materiais e à variação de temperatura. Além disso, a atividade experimental contribui para relacionar os conceitos teóricos da Termologia às observações práticas, favorecendo a compreensão dos princípios físicos envolvidos na dilatação térmica.

A aula prática com o Anel de Gravesande comprovou de forma visual e eficaz a dilatação térmica dos sólidos e sua reversibilidade. O experimento superou a abordagem apenas teórica, gerou engajamento e permitiu contextualizar o conteúdo com situações de cotidiano, como juntas de dilatação em pontes. Conclui-se que se trata de um recurso de baixo custo e de alto potencial didático quanto utilizado de forma investigativa.

Conclui-se, portanto, que o Anel de Gravesande constitui um recurso didático relevante para demonstrar a dilatação e a contração térmica dos sólidos. Ressalta-se, entretanto, que o experimento apresenta caráter predominantemente qualitativo, sendo necessárias medições de temperatura e de variação dimensional para determinar quantitativamente os parâmetros de dilatação térmica do material analisado.

Palavras-chave: Dilatação térmica; Dilatação dos sólidos; ; Anel de Gravesande.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. MEC, 2018.

FREITAS, R. S. P. **Experiências de dilatação térmica em sala de aula**. 2021. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, 2021. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/214512/freitas_rsp_me_rcla.pdf?isAllowed=y&sequence=3 . Acesso em: 27 ago. 2026.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 12ª ed. Bookman, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (UFPA). **Laboratório de Demonstrações**. Anel de Gravesande — Azeheb. Belém: UFPA, [s.d.]. Disponível em: https://labdemon.ufpa.br/fisica-termica/anel-de-gravesande-azeheb . Acesso em: 27 ago. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (UFPA). **Laboratório de Demonstrações**. Anel de Gravesande — conjunto Seduc I. Belém: UFPA, [s.d.]. Disponível em: https://labdemon.ufpa.br/fisica-termica/anel-de-gravesande-conjunto-seduc-i . Acesso em: 27 out. 2026.