



VI Feira Estadual de MATEMÁTICA DO RIO GRANDE DO SUL



26/09/2025

Unijui Campus Santa Rosa

Apoio: Patrocínio:



Realização:



ESPIRAL DANÇANTE

Categoria: Ensino Fundamental

Modalidade: Modelagem Matemática e Aplicada

RIBEIRO, Lara, GLANZEL, Mirela Patricia, FRAMARIN, Eliana

Escola Estadual de Educação Básica Yeté - Tuparendi - RS

INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi elaborado entre os dias 28 de maio até 15 de agosto, nas aulas de Matemática e no contra turno, pelas alunas do 9ºA, Lara Ribeiro e Mirela Patricia Glanzel. O objetivo do nosso trabalho é demonstrar através de um Espiral Dançante, como um experimento pode funcionar sem fontes de energia, usando apenas o calor. O experimento de movimento por convecção utilizando uma espiral giratória é uma maneira fascinante e visual de demonstrar os princípios da convecção térmica. A convecção é um dos três modos de transferência de calor, onde o calor é transferido por meio do movimento de um fluido, seja ele líquido ou gás. Neste experimento, a energia térmica é convertida em movimento mecânico de uma espiral, oferecendo uma clara ilustração dos princípios de termodinâmica que é um conjunto de leis fundamentais que governam as relações entre calor, trabalho e energia em sistemas físicos. Esses princípios explicam como a energia é transformada e transferida, definindo limites para a eficiência de máquinas térmicas e o comportamento da matéria em diferentes temperaturas.

No experimento de um espiral por convecção térmica, a Matemática aparece de várias formas que ajudam a explicar e quantificar o fenômeno observado.



VI Feira Estadual de MATEMÁTICA DO RIO GRANDE DO SUL



26/09/2025

Unijui Campus Santa Rosa

Apoio: Patrocínio:



Realização:



Primeiro, a proporcionalidade e a regra de três são úteis para relacionar grandezas como o tempo de aquecimento, o volume de ar deslocado e a temperatura. Por exemplo, se ao aumentar a temperatura em 10 °C o volume de ar sobe 2 mL, é possível calcular, por meio da regra de três, quanto o volume aumentaria em outros valores de temperatura.

A geometria e as medidas também entram em cena, pois permitem calcular os volumes dos recipientes e as áreas de entrada e saída do ar no experimento, o que ajuda a estimar a quantidade de ar que circula.

Outra parte importante são as funções matemáticas, principalmente as lineares e exponenciais, que permitem representar a variação da temperatura com o tempo. Assim, é possível entender melhor como o ar se aquece ou esfria durante o processo.

Além disso, a estatística e os gráficos possibilitam registrar dados como tempo, temperatura e fluxo de ar, organizando-os em tabelas e representações visuais. Isso facilita perceber a relação matemática entre as variáveis envolvidas.

Por fim, a razão e proporção aplicada à densidade também é essencial. O ar quente tem menor densidade do que o ar frio, e como a densidade é calculada dividindo a massa pelo volume, a Matemática permite compreender por que ocorre o movimento de convecção que faz o ar subir ou descer.

CAMINHOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO

A termodinâmica estuda as relações entre o calor trocado e o trabalho realizado num processo físico, que envolve uma massa de gás e o meio externo, ou seja, o meio ambiente.

Primeira Lei da Termodinâmica

Também chamado de primeiro princípio da termodinâmica, essa lei é conhecida como o Princípio da Conservação da Energia. Para todo e qualquer sistema termodinâmico há uma função característica, que é conhecida como energia interna. Sabendo disso, podemos enunciar essa primeira lei da seguinte maneira: a variação da energia interna entre dois sistemas pode ser determinada pela diferença entre a quantidade de calor e o trabalho trocado com o meio ambiente. Matematicamente essa lei pode ser escrita da seguinte forma:

$$\Delta U = Q - T$$

Onde:

Q é a quantidade de calor recebida ou cedida;

T é o trabalho realizado pelo sistema ou que é realizado sobre o mesmo;



VI Feira Estadual de MATEMÁTICA DO RIO GRANDE DO SUL



26/09/2025

Unijui Campus Santa Rosa

Apoio: Patrocínio:



Stara



CRESOL



Cotrirosa

unifique

Realização:



FEIRA DE MATEMÁTICA



Unijui



ΔU é a variação da energia interna do sistema.

Essa lei tem aplicação prática em três transformações particulares de um gás perfeito. Lembrando que um gás perfeito ou ideal é um modelo idealizado para o comportamento de um gás, o qual obedece às leis de Gay Lussac, lei de Boyle Mariotte e a lei de Charles.

Transformação Isotérmica

Essa transformação ocorre, como o próprio nome indica, à temperatura constante, de modo que a variação da energia interna do gás é igual a zero, pois a energia interna inicial é igual à energia interna final, $\Delta U = 0$. Dessa forma, fica claro que a quantidade de calor do sistema é igual ao trabalho realizado pelo mesmo, ou seja, $Q = T$.

Transformação Isovolumétrica

Esse é um tipo de transformação de um gás perfeito que ocorre a um volume constante, ou seja, o volume do gás permanece o mesmo durante todo processo termodinâmico. Sendo o volume constante podemos concluir que o trabalho é igual a zero, dessa forma temos que a equação que descreve a primeira lei da termodinâmica fica do seguinte modo:

$$\Delta U = Q$$

Transformação Adiabática

Nessa transformação o gás não troca calor com o meio externo, seja porque ele está termicamente isolado ou porque o processo ocorre suficientemente rápido de forma que o calor trocado possa ser considerado desprezível, ou seja, $Q = 0$. Em uma expansão adiabática o volume do gás aumenta, a pressão diminui e a temperatura diminui. Já na compressão adiabática ocorre que o volume diminui, a pressão e a temperatura aumentam. Essa transformação pode ser percebida nos sprays de desodorante em geral.

Segunda Lei da Termodinâmica

Essa lei foi enunciada pelo físico francês Sadi Carnot, e estabelece restrições para a conversão de calor em trabalho, realizadas pelas máquinas térmicas. Segundo Carnot, para que ocorra conversão contínua de calor em trabalho, uma máquina térmica deve realizar ciclos contínuos entre a fonte quente e a fonte fria, as quais permanecem em temperaturas constantes. A cada ciclo realizado é retirada uma quantidade de calor da fonte quente, parte desse calor é convertida em trabalho e a outra parte é rejeitada para a fonte fria. As muitas máquinas que vemos diariamente como, por exemplo, o motor de uma geladeira ou um motor



VI Feira Estadual de MATEMÁTICA DO RIO GRANDE DO SUL



26/09/2025

Unijuí Campus Santa Rosa

Apoio: Patrocínio:



Stara



CRESOL



Cotrirosa

unifique

Realização:



de um veículo automotivo, são máquinas térmicas, pois elas realizam o processo de conversão de calor em trabalho, operando sempre em ciclos como o descrito por Carnot.

Nos conceitos matemáticos podemos utilizar a Geometria (Plana e Espacial). A espiral pode ser construída com base em círculos concêntricos ou curvas em expansão. Pode-se trabalhar com ângulos centrais, segmentos de reta e arcos de circunferência. Também envolve transformações geométricas como: Rotação, conforme a espiral gira, cada ponto segue um arco circular e Simetria, a espiral pode ser construída de forma simétrica ou assimétrica. Razões, proporções e porcentagens, podem ser aplicadas na espiral dançante. O crescimento da espiral pode seguir uma razão constante (como em uma progressão aritmética ou geométrica). A proporção entre as partes da espiral pode representar tempo, frequência ou intensidade. Usar porcentagens ajuda a dividir o círculo (360°) em setores. Funções e Movimento Modelar o movimento da espiral com funções matemáticas:

Funções polares: $r=a+b\theta$

Funções trigonométricas: $x=r\cos(\theta)$, $y=r\sin(\theta)$. Descrever o movimento como circular, crescente ou oscilante. Também pode ser aplicado na matemática e arte, relação da espiral com dança, música, arte digital e pintura. Análise do movimento dançante como uma composição rítmica e visual. Uso de cores, simetria e repetição para expressar ideias matemáticas.

Materiais utilizados:

- 1 vela;
- 1 palito de churrasco;
- 1 suporte (para segurar o palito em pé);
- 1 folha de papel.

Procedimentos:

Na folha de papel, desenhou-se uma espiral (semelhante a um caracol) e, em seguida, ela foi recortada. O palito de churrasco foi fixado no suporte, de forma a ficar na posição vertical. A espiral de papel foi apoiada na ponta do palito, de modo que pudesse girar livremente. A vela foi posicionada logo abaixo da espiral de papel. Após acender a vela, observou-se o movimento do ar quente subindo e fazendo a espiral girar. O fenômeno foi registrado e discutido em sala, associando-o ao processo de convecção térmica.

Métodos de análise dos dados:



VI Feira Estadual de MATEMÁTICA DO RIO GRANDE DO SUL



26/09/2025

Unijuí Campus Santa Rosa

Apoio: Patrocínio:



Stara



CRESOL



Cotrirosa

unifique

Realização:



FEIRA DE MATEMÁTICA

UNIJUI

Unijuí

OBJETIVOS



Observação do movimento do espiral como consequência do ar aquecido que sobe. Relação entre intensidade da chama e velocidade de rotação do espiral. Discussão qualitativa (sem medições exatas de temperatura) sobre a diferença de densidade entre ar quente e frio.

Resultados e Discussão

Ao acender a vela, o ar ao seu redor aqueceu e tornou-se menos denso, passando a subir. Esse movimento ascendente do ar provocou uma corrente de convecção, que atingiu a espiral de papel, fazendo-a girar.

O resultado observado confirmou o objetivo do experimento: demonstrar de forma simples como o aquecimento do ar provoca movimento. O espiral funcionou como um “indicador visual” da corrente de ar criada pela vela.

Foi possível relacionar o fenômeno físico à explicação teórica: o ar frio, mais denso, tende a descer, enquanto o ar quente, menos denso, sobe. Essa diferença de densidades cria o fluxo de convecção responsável pelo movimento observado.

A análise qualitativa mostrou que quanto mais próxima a espiral estava da chama, mais rápido ela girava, indicando que a intensidade da corrente de ar depende diretamente do aquecimento produzido pela vela.

Assim, o experimento cumpriu seu papel didático ao permitir a visualização prática do conceito de convecção térmica, relacionando teoria e prática de forma clara.





VI Feira Estadual de MATEMÁTICA DO RIO GRANDE DO SUL



26/09/2025

Unijui Campus Santa Rosa

Apoio: Patrocínio:



Realização:



CONCLUSÕES

O experimento realizado permitiu demonstrar de forma clara o fenômeno da convecção térmica. Observou-se que o ar aquecido pela vela tornou-se menos denso e subiu, gerando uma corrente de ar que foi suficiente para movimentar a espiral de papel.

Assim, foi possível confirmar a hipótese de que o aquecimento do ar provoca deslocamento e pode produzir movimento visível em objetos leves, como o espiral. O objetivo do trabalho foi alcançado, pois a atividade mostrou, na prática, como as diferenças de densidade entre o ar quente e o frio explicam os movimentos de convecção.

Portanto, conclui-se que a convecção térmica não apenas explica fenômenos naturais (como ventos e correntes de ar), mas também pode ser visualizada em pequenos experimentos simples, reforçando a importância da relação entre teoria e prática no processo de aprendizagem científica.

REFERÊNCIAS

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/principio-termodinamica.htm>. Acesso em: 09 de jul.2025



26/09/2025

Unijuí Campus Santa Rosa

Apoio: Patrocínio:



Stara



CRESOL



Cotrirosa

unifique

Realização:



FEIRAS DE MATEMÁTICA

ESTADUAL

Unijuí

OBJETIVOS

SUSTENTÁVEL



RAMALHO, Fernando; FERRARO, Paulo; SOARES, Newton. Física: Volume Único. São Paulo: Moderna, 2010.

DANTE, Luiz Roberto. Matemática: Contexto e Aplicações. São Paulo: Ática, 2012.

Trabalho desenvolvido com a turma 9ºA, da Escola Estadual de Educação Básica Yeté, pelas alunas, Lara Ribeiro e Mirela Patricia Glanzel

Dados para contato:

Expositor: Lara Ribeiro; **e-mail:** lara-ribeiro2@estudante.rs.gov.br

Expositor: Mirela Patrícia Glanzel; **e-mail:** mirela-glanzel@estudante.rs.gov.br

Professor Orientador: Eliana Framarin **e-mail:** eliana-framarin@educar.rs.gov.br

Professor Co-orientador: João Sidinei Marostega **e-mail:** jsmarostega@yahoo.com.br