



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ



ÂNGELA MARIA DALLA ROSA LORENSI

ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES:
O QUE PODE NOS AUXILIAR NO ENSINO DE FÍSICA?



MEDIANEIRA
2024



ÂNGELA MARIA DALLA ROSA LORENSI

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES:
O QUE PODE NOS AUXILIAR NO ENSINO DE FÍSICA?**

**MEANINGFUL LEARNING AND STATION ROTATION:
WHAT CAN HELP US IN PHYSICS TEACHING?**

Produto Educacional apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Camila Tonezer

**MEDIANEIRA
2024**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Medianeira



ANGELA MARIA DALLA ROSA LORENSI

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES: O QUE PODE NOS AUXILIAR NO ENSINO DE FÍSICA?

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 16 de Fevereiro de 2024

Dra. Camila Tonezer, Doutorado - Universidade Federal do Paraná (Ufpr)

Dr. Fabio Rogerio Longen, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Rita De Cassia Dos Anjos, Doutorado - Universidade Federal do Paraná (Ufpr)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 17/02/2024.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR	8
2.1 Condução	10
2.2 Convecção	11
2.3 Irradiação	13
QUESTIONÁRIO	16
PASSO A PASSO DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES DE APRENDIZAGEM	17
ATIVIDADE EXTRACLASSE – ANTES DA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE EM SALA	17
PARA SER REALIZADO EM SALA DE AULA	17
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE	19
ORIENTAÇÕES ADICIONAIS	19
MATERIAL DE APOIO	21
ORIENTAÇÕES PARA ESTAÇÃO 01	24
ORIENTAÇÕES PARA ESTAÇÃO 02	25
ORIENTAÇÕES PARA ESTAÇÃO 03	26
ORIENTAÇÕES PARA ESTAÇÃO 04	31
APÊNDICE 1 - FOTOS E REGISTROS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA: ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES DE APRENDIZAGEM	32
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1. INTRODUÇÃO

Pensando sobre o que aplicar e o que faria diferença no meio de trabalho, resolvi trabalhar com a metodologia ativa rotação por estações de aprendizagem, dentro do conteúdo de Termodinâmica, mais precisamente sobre Processos de Transmissão de Calor – Condução, Convecção e Irradiação.

Esse era um tema que, durante anos de trabalho, considerava aparentemente de fácil compreensão, por tratar de algo mais próximo do dia-a-dia dos educandos, porém, nem sempre isso era a realidade vivida.

Dúvidas, misturas de conceitos e falta de assimilação por parte dos alunos. Pensando nisso, busquei melhor aprofundamento sobre essa metodologia, realizei muitas leituras e pesquisas, chegando como resultado a aplicação do trabalho que será apresentado na sequência desta escrita.

Todos os procedimentos para organizar essa nova metodologia precisam ser aprendidos também pelos professores, e isso torna o processo um pouco mais trabalhoso. Estamos realizando mudanças, lenta e continuamente. Por isso é importante que cada educador, juntamente com a escola/colégio onde atua, definam estratégias para efetivar estas mudanças e assim melhorar o ensino/aprendizagem de nossos educandos.

Por isso, este produto educacional, visa contribuir como um material de apoio para professores que por vezes se deparam com a dificuldade de encontrar suporte para o conteúdo de Termodinâmica que será apresentado.

Partindo da ideia que no ensino de Física é mais importante dar atenção aos conceitos físicos do que às fórmulas, o que levaria o aluno a questionar significativamente cada novo estudo. E isso, por sua vez, não tornaria a Física como uma vilã das disciplinas, mas, sim, traria nossos educandos para mais próximo de nós professores.

Assim, para se ter uma aprendizagem significativa é imprescindível que o assunto abordado tenha sentido para o discente, pois neste processo de ensinar, o conteúdo é ancorado em conhecimentos já existentes. Enquanto que, na aprendizagem mecânica o entendimento é armazenado sem interação com o conhecimento prévio, de forma arbitrária e literal.

Nesse contexto da teoria da Aprendizagem Significativa na qual se embasa esta proposta de ensino com a utilização de metodologias ativas, com a proposta de trabalho de rotação por estações de aprendizagem, leva-se em conta que o ensino

precisa de significados e o aluno precisa estar disposto a fazer esta nova relação com este conhecimento em sua estrutura cognitiva (Ausubel, 1968).

E dentro das possibilidades ofertadas nas metodologias ativas, está a rotação por estações de aprendizagem (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015). Que vem ao encontro dessa teoria de aprendizagem pois, deseja-se dinamizar a aula e permite relacionar a teoria com a prática, promovendo um ensinamento com início, meio e fim em um mesmo momento de aula. Com isso, busca-se estimular a autonomia do aprendiz e ao mesmo tempo o trabalho em grupo e socialização dos possíveis resultados.

Na rotação por estações de aprendizagem, o professor estrutura um circuito dentro da sala de aula. Em cada uma das estações existe uma atividade diferente a ser trabalhada, com um tema central de acordo com o conteúdo e objetivo da aula. Embora de formas diferentes, essas atividades buscam contemplar todos os métodos de aprendizagem: visual, auditivo, situações práticas, leitura e escrita (Balardin, 2021).

Os alunos, divididos em grupos, movimentam-se entre as estações, e todos devem, após o tempo determinado para cada atividade, trocar de estação, percorrendo assim todo o circuito. O professor procura sempre circular entre as estações para sanar possíveis dificuldades e dúvidas e ao final fazer um fechamento do conteúdo pretendido (Balardin, 2021).

As metodologias ativas priorizam os estudantes como centro do processo de ensino-aprendizagem, com experiências, valores e opiniões valorizadas para a construção coletiva do conhecimento (Diesel; Baldez; Martins, 2017). Elas são uma mistura de diferentes práticas em sala de aula, que buscam como principal objetivo o envolvimento ativo e autonomia do educando. Assim, os alunos passam a ser estimulados, para que sejam proativos, deixando de receber o conteúdo pronto, somente com aulas expositivas. E comecem a desenvolver a construção de seu próprio conhecimento.

Também nesse sentido, há uma mudança no papel do educador, que deixa de ser o principal repassador de informações e atua como mentor, no caminho escolhido pelo aluno. Processos de ensino e aprendizagem tradicionais não correspondem mais as necessidades do mundo atual, tampouco vem ao encontro do perfil desses novos educandos. Novas tentativas estão sendo feitas, e a combinação de ensino on-line e off-line aparecem como forte estratégia.

Para descrever o ensino híbrido, é importante mostrar que ele é uma mescla dos dois modelos de ensino já existentes, o presencial e o on-line. Portanto, a modalidade híbrida contém particularidades dessas duas configurações e aplicar a metodologia ativa rotação por estações de aprendizagem no ensino de Termodinâmica é uma maneira de levar nossos educandos ao uso da aprendizagem significativa no processo de aquisição de novos conhecimentos relacionados a conceitos físicos.

2. PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR

Para construção e apresentação desse capítulo, o embasamento e leitura foram dos seguintes autores: Halliday; Resnick (2012), Tipler; Mosca (2006) e Hewitt, (2015).

Antes de definirmos os processos de transmissão de calor, vamos discorrer sobre alguns outros conceitos que se fazem necessário, para completarmos o entendimento acerca do tema.

Começaremos por equilíbrio térmico, que é a situação obtida após dois ou mais corpos trocarem calor e, então, alcançarem uma temperatura igual, sendo o conceito central por trás da lei zero da termodinâmica, que consiste em: se dois corpos, A e B, estão isoladamente em equilíbrio com um terceiro corpo C, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si.

Na sequência entraremos com o conceito de temperatura. Mas o que é temperatura? O que ela mede? Temperatura é uma das sete grandezas fundamentais do Sistema Internacional de Unidades (SI) e, para fins científicos a temperatura é definida na escala Kelvin (K), tomada como padrão. Entretanto, há outras escalas utilizadas, que são também válidas, destacando as mais usuais a escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$) e escala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$).

A escala de temperatura escolhida pelos cientistas, foi uma homenagem ao físico escocês William Thomson, Primeiro Barão Kelvin (1824-1907). Essa escala é calibrada não em termos dos pontos de congelamento e de ebulição da água, mas em termos de energia. O número zero é assinalado como a mais baixa temperatura possível – o zero absoluto, na qual qualquer substância não tem absolutamente qualquer energia cinética para fornecer. O zero absoluto corresponde a $-273,15$ na escala Celsius.

A medida do zero absoluto foi obtida, em 1848, de uma proposta observada por Kelvin ao perceber que a pressão de um gás diminuía na razão de $1/273$ do seu valor inicial, quando resfriado de 0°C a -1°C , com volume constante. Se no zero absoluto a pressão deve ser nula, pois sem energia cinética as moléculas estão em repouso, logo a temperatura também será, visto que ela registra o grau de agitação das moléculas.

É obtido o mesmo resultado ao manter a pressão constante e resfriar de 0°C a -1°C o corpo, onde o volume diminui na razão de 1/273 do valor inicial, chegando ao volume nulo no zero absoluto, o que é impossível.

Seguindo com a definição, temperatura é uma quantidade macroscópica relacionada a sensação de quente e frio. É medida por um termômetro que contém uma substância com alguma propriedade mensurável, tal como comprimento ou pressão, que varia de maneira regular quando a substância fica mais fria ou mais quente.

Para se ter a possibilidade de conversão entre escalas, toma-se como referência o ponto de fusão (*f*) e ebulição (*e*) de determinada substância, a água por exemplo, apresentando a seguinte relação:

$$\frac{(T_1 - T_{1f})}{(T_{1e} - T_{1f})} = \frac{(T_2 - T_{2f})}{(T_{2e} - T_{2f})}$$

Onde o índice 1 refere-se a uma determinada escala e o índice 2 a outra escala que queira comparar. E, onde o índice *f* diz respeito a temperatura de fusão da água o índice *e* refere-se ao ponto de ebulição da água.

Partindo dessa igualdade, pode deduzir qualquer outra equação para conversão entre escalas. As mais usuais serão apresentadas na sequência.

Na escala Celsius, o ponto de fusão do gelo é definido como 0 °C e o ponto de vaporização da água é 100 °C. Na escala Fahrenheit, ponto de fusão do gelo é 32 °F e o ponto de vaporização da água é 212 °F. As temperaturas das escalas Fahrenheit e Celsius relacionam-se por:

$$T_C = \frac{5}{9} (T_F - 32)$$

A temperatura Celsius se relaciona com a temperatura Kelvin por:

$$T_K = T_C + 273,15$$

Dando sequência nos conceitos, temos a grandeza física calor, que podemos enunciar como sendo a energia transferida de um objeto para outro devido a uma diferença de temperatura entre eles.

É importante observar que a matéria não contém calor. Calor é energia em trânsito de um corpo a uma temperatura mais alta para outro a uma temperatura mais baixa. Uma vez transferida, a energia deixa de ser calor.

Também, podemos descrever calor como sendo a energia que é transferida entre um sistema e seu ambiente, devido a uma diferença de temperatura que existe entre eles. Se a temperatura do sistema excede a de seu ambiente, o calor é perdido pelo sistema para o ambiente até que o equilíbrio térmico seja estabelecido. Se a temperatura do sistema é menor do que a de seu ambiente, o calor é absorvido pelo sistema até que o equilíbrio térmico seja estabelecido.

Definimos que o trânsito de calor entre um sistema e seu ambiente acontece por uma diferença de temperatura, porém ainda não informamos como isso ocorre. Existem três mecanismos de transmissão: condução, convecção e irradiação. Estudaremos cada um separadamente na sequência deste trabalho.

2.1 Condução

Se você deixa uma panela com cabo de metal no fogo por algum tempo, o cabo da panela fica tão quente que pode queimar sua mão. A energia é transferida da panela quente para o cabo por condução. Quando a panela é colocada sobre o fogo, os elétrons e átomos da panela vibram intensamente por causa da alta temperatura a que estão expostos. Essas vibrações, e a energia associada, são transferidas para o cabo através de colisões entre os átomos. Dessa forma, uma região de temperatura crescente se propaga em direção ao cabo que está inicialmente em temperatura inferior

Durante a condução, a energia é transferida através da interação entre átomos e moléculas, entretanto os átomos ou moléculas não são transportados.

Materiais que transferem facilmente energia por condução são considerados bons condutores de calor. Os metais por possuírem elétrons levemente ligados, são melhores transportadores dessa energia por meio de colisões. Por isso, são ótimos condutores de calor. A prata é considerada o melhor condutor, seguida do cobre e, entre os metais comuns, o alumínio e ferro são os próximos da lista.

Por outro lado, existem os materiais onde os elétrons mais externos estão fortemente unidos, dificultando esse transporte de energia. São os isolantes térmicos: lã, madeira, papel e cortiça são exemplos de maus condutores de calor.

Tabela 1 - Algumas substâncias com suas respectivas condutividades térmicas

Substância	[W/(m·K)]
Prata	428
Cobre	401
Alumínio	235
Ferro	67
Madeira	0,14
Lã	0,07
Papel	0,05
Cortiça	0,04

Fonte: Autoria própria (2023)

A sensação de frio ou quentes, em relação a diferentes materiais, envolve a taxa de transferência de calor e não somente suas temperaturas. A figura a seguir é uma ilustração desse conceito.

Figura 1 – Ilustração de uma pessoa descalça com um dos pés apoiados em um piso de madeira e o outro em um piso de azulejo



Fonte: Hewitt, 2015.

A figura 1 ilustra o que podemos observar em nosso dia a dia ao pisarmos descalços em um piso de madeira e em um piso de azulejo. O piso de azulejo parece estar mais frio que o piso de madeira, embora estejam na mesma temperatura. A explicação vem da condução de calor, pois o azulejo é melhor condutor de calor do que a madeira, fazendo com que o calor do pé seja mais facilmente transferido para o azulejo, contribuindo para a falsa sensação de estar mais frio.

2.2 Convecção

Tomemos como conceito de convecção a transferência de calor por transporte do próprio meio material. Esta propriedade térmica é responsável pelas

grandes corrente dos oceanos, como também pela circulação global da atmosfera. Em uma tentativa mais simples de explicar esse fenômeno, a convecção surge quando um fluido (gás ou líquido). O fluido aquecido então se expande, tornando-se menos denso e conseqüentemente sobe, enquanto o fluido mais frio, que está mais denso, desce.

O processo de transmissão de calor por convecção é um dos responsáveis pela ocorrência de muitos processos naturais. A convecção do ar atmosférico tem papel importante na determinação do clima do planeta e nas mudanças climáticas diárias. Enormes transferência de energia ocorrem dentro dos oceanos e pássaros e pilotos de planadores procuram correntes de ar quente que, vindo da superfície quente do planeta, os mantêm no ar.

Figura 2 - (a) Correntes de convecção no ar. (b) Correntes de convecção em um líquido

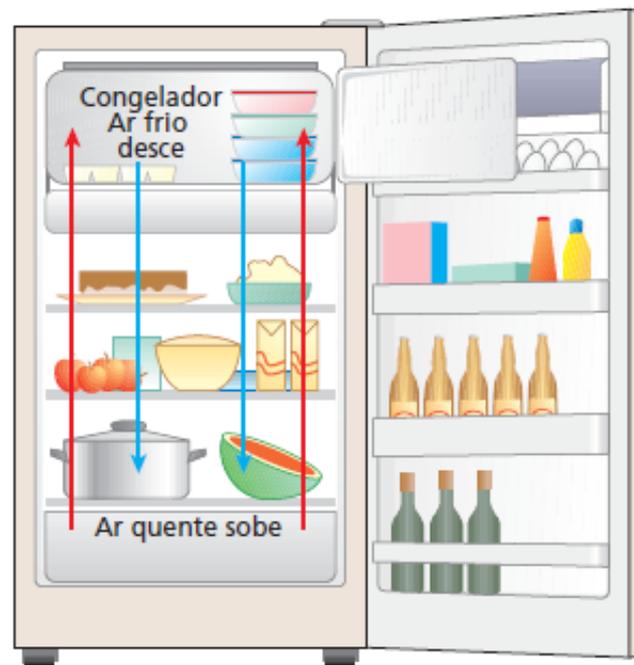


Fonte: Hewitt, 2015

Para ilustrar onde encontrar a convecção no nosso dia-a-dia tomemos como exemplo o funcionamento de uma geladeira. Por que nas geladeiras de uma porta o congelador geralmente fica na parte superior? Geralmente, é no congelador que ocorre o resfriamento do ar, que fica mais denso e, conseqüentemente, mais pesado. O ar frio começa a descer gerando correntes de convecção, resfriando todo o interior do equipamento.

É interessante também mencionar que as geladeiras que possuem o freezer na parte de baixo existe um dispositivo interno ao equipamento que joga o ar para cima. Entretanto, vale enfatizar que, neste formato o equipamento gera um gasto de energia elétrica mais elevado, se comparado a uma geladeira similar com o freezer na parte superior.

Figura 3 – Geladeira com uma porta, as setas azuis indicam o sentido de deslocamento do ar mais frio, enquanto as setas vermelhas indicam o sentido de deslocamento do ar mais quente



Fonte: <https://dex.descomplica.com.br/enem/fisica/extensivo-transmissao-de-calor/explicacao/1>

Outro exemplo prático de uma representação do processo de transmissão de calor por convecção, é que durante o dia partes da superfície da Terra absorvem calor do Sol mais facilmente do que outras, causando um aquecimento do ar próximo à superfície de forma desigual, surgindo então correntes de convecção na superfície terrestre.

Na costa marítima, o solo costeiro aquece mais rapidamente durante o dia do que a água, assim, o ar logo acima da superfície é empurrado para cima pelo ar mais frio que vem da camada próxima da água. O resultado disso é a brisa marítima. Durante a noite, o processo se inverte, porque o solo esfria mais rapidamente do que a água e, então, o ar mais aquecido se encontra acima do mar, ocorrendo a brisa terrestre.

2.3 Irradiação

Nos dois processos de transmissão de calor anteriormente discutidos, em ambos, para que eles ocorram precisam necessariamente de meio material, seja ele sólido no caso da condução, ou fluido (gases e líquidos) no caso da convecção, na irradiação, como se dá?

Figura 4 – Fogueira emitindo irradiação



Fonte: Adaptação de <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f4/Heat-transmittance-means2.jpg/640px-Heat-transmittance-means2.jpg>

Na figura acima temos o processo de transmissão de calor através de ondas eletromagnéticas emitidas pelo fogo, que aquece seu entorno. O Sol é nossa fonte principal de energia e aquece a Terra por meio de ondas eletromagnéticas.

A energia é transportada num processo denominado irradiação, do Sol, até nós por ondas eletromagnéticas que se propagam livremente através do vácuo quase perfeito do espaço. Se você ficar próximo a uma fogueira ou qualquer fonte de calor, se aquecerá pelo mesmo processo. Todos os objetos emitem tais irradiações eletromagnéticas, simplesmente porque sua temperatura está acima do zero absoluto. Isso nos mostra, que nesse processo, não há necessidade da existência de um meio material para que o calor seja transferido por irradiação.

Todos os objetos emitem e absorvem irradiação eletromagnética. A taxa na qual um objeto irradia energia é proporcional à área de sua superfície e à quarta potência de sua temperatura absoluta. Este resultado foi deduzido empiricamente por Josef Stefan em 1879 e teoricamente por Ludwig Boltzmann e é chamada de Lei de Stefan-Boltzmann:

$$P = \epsilon \sigma AT^4$$

onde P é a potência irradiada, A é a área da superfície, σ é a constante chamada constante de Stefan, que vale $5,6703 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ e ϵ é a emissividade da superfície que irradia, uma quantidade adimensional entre 0 e 1, que é dependente da composição da superfície do objeto.

Quando a irradiação atinge um objeto opaco, parte da irradiação é refletida e parte é absorvida. Objetos coloridos refletem a maior parte da irradiação incidente, enquanto que objetos escuros absorvem a maior parte dela.

Para finalizar esta breve explicação sobre os processos de transmissão de calor podemos citar um dispositivo do nosso uso diário, que inibe os três processos de uma só vez, a garrafa térmica, que consiste em um recipiente de vidro com paredes duplas entre as quais existe vácuo e uma rolha apertada de cortiça ou de plástico. As superfícies de vidro que ficam de frente uma para a outra são espelhadas. Uma tampa bem justa, feita de cortiça ou plástico, sela a garrafa. Qualquer líquido, quente ou frio, que esteja numa garrafa a vácuo permanecerá próximo de sua temperatura original por muitas horas.

A transferência de calor por condução é impossível através do vácuo. Algum calor ainda escapa por condução através do vidro e da tampa, mas esse é um processo muito lento, pois o vidro e o material da tampa, são maus condutores térmicos. Seguindo neste raciocínio, o vácuo também impede a perda de calor por convecção através das paredes duplas. A perda de calor por irradiação é reduzida pelo espelhamento das superfícies da parede dupla, que refletem as ondas de calor de volta para o interior da garrafa.

QUESTIONÁRIO

Nome: _____ Nº _____ Série: _____

1. Quando se coloca uma colher de metal numa sopa quente, logo a colher também estará quente. A transmissão de calor através da colher é chamada:

- a) agitação;
- b) condução;
- c) irradiação;
- d) convecção.

2. A transmissão de calor ocorre sempre:

- a) no vácuo;
- b) entre dois sólidos;
- c) no sentido dos corpos de menor temperatura;
- d) no sentido dos corpos de maior temperatura.

3. A transmissão de calor por condução só é possível:

- a) nos sólidos;
- b) nos líquidos;
- c) no vácuo;
- d) nos meios materiais.

4. A Terra recebe energia do Sol graças a:

- a) condução do calor;
- b) convecção de energia térmica;
- c) reflexão do calor;
- d) irradiação do calor.

5. Num planeta completamente desprovido de fluidos apenas pode ocorrer propagação de calor por:

- a) convecção e condução;
- b) convecção e irradiação;
- c) condução e irradiação;
- d) irradiação.

6. Um ventilador de teto, fixado acima de uma lâmpada incandescente, apesar de desligado, gira lentamente algum tempo após a lâmpada estar acesa. Esse fenômeno é devido à:

- a) convecção do ar aquecido;
- b) condução da luz e do calor;
- c) radiação da luz e do calor;
- d) reflexão da luz.

7. Uma lareira aquece uma sala:

- a) por irradiação e convecção;
- b) exclusivamente por convecção;
- c) principalmente por condução;
- d) exclusivamente por condução.

8. Nos líquidos, o calor se propaga por:

- a) condução interna;
- b) convecção;
- c) condução externa;
- d) irradiação.

9. Um cobertor de lã tem por função:

- a) fornecer calor ao corpo;
- b) impedir a entrada do frio;
- c) reduzir a transferência de calor do corpo para o exterior;
- d) comunicar sua temperatura ao corpo.

10. O fato de o calor passar naturalmente de um corpo para outro deve-se:

- a) à quantidade de calor existente em cada um;
- b) à diferença de temperatura entre eles;
- c) à energia cinética total de suas moléculas;
- d) ao número de calorías existentes em cada um.

PASSO A PASSO DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES DE APRENDIZAGEM

O conteúdo escolhido para essa atividade dentro da disciplina de Física foi sobre Termodinâmica, mais especificamente Processos de Transmissão de Calor: Condução, Convecção e Irradiação.

O tempo estimado para a realização desta metodologia é de 5 horas-aulas de 50 minutos cada, sendo assim distribuídas: 1 hora-aula para aplicação do pré-teste, 2 horas-aulas para a aplicação da metodologia ativa rotação por estações, 1 hora-aula para fechamento do conteúdo com aula dialogada e retirada de dúvidas e 1 hora-aula para aplicação do pós-teste.

ATIVIDADE EXTRACLASSE – ANTES DA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE EM SALA

A pedido do professor os alunos deverão realizar uma pesquisa bibliográfica escrita sobre o tema Processos de Transmissão de Calor: Condução, Convecção e Irradiação, para entregar, como parte inicial da atividade, sendo assim, apresentarem-se na primeira aula de aplicação do produto educacional com um conhecimento prévio sobre o assunto.

Essa atividade deve ser solicitada com antecedência de no mínimo uma semana, deixando claro para o aluno quais recursos devem ser utilizados, por exemplo, livros, revistas, internet – somente sites educacionais – e não fazer uso de Inteligência Artificial (IA) na construção do texto da pesquisa.

PARA SER REALIZADO EM SALA DE AULA

1º MOMENTO (5 minutos)

Explicar aos alunos o conceito dessa metodologia – rotação por estação de aprendizagem - e demais orientações sobre a formação dos grupos. Deixando claro para o educando que o professor estará atuando como mediador em todas as estações, sempre estimulando a participação dos mesmos e também pronto para

sanar as possíveis dúvidas e questionamentos que possam surgir durante o percurso das rotações.

2º MOMENTO (5 minutos)

Dividir os discentes e formar os grupos. Não há um número mínimo ou máximo de integrantes para a formação dos grupos. O ideal seria grupos de quatro ou cinco componentes, ou de acordo com a realidade de cada turma.

Nesta turma, os grupos ficaram com 5 componentes, que foram divididos previamente, para mesclar melhor os integrantes, pois a tendência é sempre se reunir com quem tem mais afinidade, concentrando alunos com mais habilidades de aprendizagem e deixando outros grupos com maior concentração de alunos com déficit de aprendizagem.

Também podemos destacar que não importa a ordem com que os alunos passem pelas estações, sem haver necessidade de ter uma posição inicial, pois independente de qual estação o aluno começar, isso não interfere em momento algum na construção do seu aprendizado.

3º MOMENTO (80 minutos)

Cada estação terá uma atividade diferente para contemplar os diferentes estilos de aprendizagem, mas todas com o mesmo objetivo: “Processos de Transmissão de Calor”. Cada grupo terá um tempo de 20 minutos em cada estação.

Estação 01: Alunos organizados com suas carteiras em grupos de 5 participantes, 5 notebooks/celulares com fone de ouvidos, e folha com instruções de como proceder as atividades nesta estação. Ver em: Orientações para Estação 01.

Estação 02: Alunos organizados com suas carteiras em grupos de 5 participantes, livros didáticos diferentes que contenham o conteúdo de “Processos de Transmissão de Calor” e folha com instruções de como proceder as atividades nesta estação. Encontram-se nas orientações adicionais uma sugestão de material de apoio para o professor usar caso queira, além das sugestões bibliográficas para essa estação. Ver em: Orientações para Estação 02.

Estação 03: Alunos organizados com suas carteiras em grupos de 5 participantes, com material para realização de experiências relacionadas com o conteúdo “Processos de Transmissão de Calor”, e folha com instruções de como proceder as atividades nesta estação. Ver em: Orientações para Estação 03.

Estação 04: Alunos organizados com suas carteiras em grupos de 5 participantes, com o uso de seus aparelhos celulares e fones de ouvido para acessar vídeos de curta duração sobre “Processos de Transmissão de Calor” e folha com instruções de como proceder as atividades nesta estação. Ver em: Orientações para Estação 04

4º MOMENTO

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE

A avaliação será formativa através do acompanhamento e mediação do professor entre as atividades. O professor terá uma ficha avaliativa de cada aluno com o propósito de avaliar o mesmo em relação ao seu desempenho individual e em grupo.

Serão avaliados aspectos individuais como: interação com o grupo; compreensão da atividade e participação na conclusão da atividade. Já os em grupo: organização; execução e elaboração do trabalho em equipe. Para cada critério serão atribuídas notas no intervalo de 0 a 5, perfazendo ao final a média de cada aluno em cada uma das atividades propostas.

ORIENTAÇÕES ADICIONAIS

Para as **estações 01 e 04** é necessário ter disponível acesso à internet, pois os educandos necessitarão assistir aos vídeos disponibilizados, não esquecendo de utilizar os fones de ouvido para não atrapalhar os demais colegas ao acessar o link.

Caso a instituição de ensino não tenha disponível acesso à internet para o momento da aplicação desta estação. O professor poderá orientar previamente os alunos para efetuarem o download dos vídeos em seus celulares ou outro equipamento disponível, quando do acesso à internet em suas casas ou outro local de sua preferência, para posterior acesso quando da atividade em sala.

Para a **estação 02**, a seguir algumas sugestões de bibliografia para serem utilizada, além do material de apoio para uso nesta estação.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA PARA A ESTAÇÃO 2:

BARRETO, Benigno; XAVIER, Claudio. **Física Aula por Aula. Mecânica dos Fluidos, Termodinâmica e Óptica**. 2ª Série. Ensino Médio. FTD, p. 55 a 58.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; Álvarez, Beatriz Alvarenga; GUIMARÃES, Carla da Costa. **Física: Contexto e Aplicações**. Ensino Médio. 2ª ed. São Paulo: Scipione, p. 60 a 63, 2016.

PARANÁ, Djalma Nunes da Silva. **Física para o Ensino Médio**. 6ª ed. Volume Único. São Paulo: Ática, p. 166 a 168, 2003.

REVISTA SUPERINTERESSANTE: **“Existe um jeito mais eficiente de esquentar água”**. Cientistas descobrem uma maneira mais rápida e eficiente de controlar a fervura da água. Maio de 2016.

Leia mais em: <https://super.abril.com.br/ciencia/existe-um-jeito-mais-eficiente-de-esquentar-agua/>

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **Coleção Ensino Médio Atual**. 2ª ed. São Paulo: Atual, p. 187 a 191, 2005.

UENO; Paulo. PARANÁ, Djalma Nunes da Silva. **Física para o Ensino Médio**. Volume Único. 1ª ed. São Paulo: Ática, p. 149 a 151, 2005.

MATERIAL DE APOIO

TRANSMISSÃO DO CALOR

O calor é uma forma de energia que é transferida entre dois corpos ou duas regiões de um mesmo corpo, quando existe uma diferença de temperatura entre eles. Além disso, sabemos que o calor flui do corpo (ou região) de maior para o de menor temperatura. Apesar do conceito de calor ter sido discutido em capítulos anteriores não vimos como essa transferência ocorre.

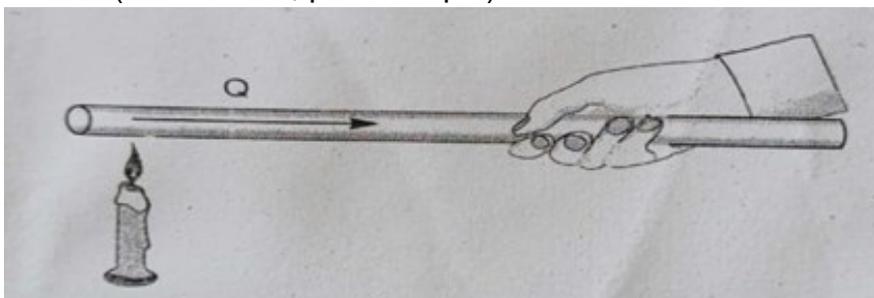
Na natureza, dependendo do meio por onde se propaga, o calor pode ser transferido de três maneiras diferentes:

- a) Condução
- b) Convecção
- c) Irradiação

a) Condução

A condução do calor ocorre quando o calor é transferido nos sólidos devido à colisão entre as suas moléculas.

Assim sendo, coloque a extremidade de uma barra metálica em contato com uma fonte de calor (uma chama, por exemplo).



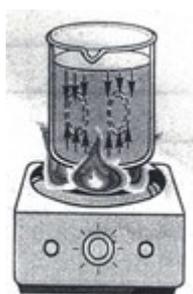
As moléculas em contato a chama, absorvem calor passam a vibrar mais intensamente. Este aumento no movimento vibratório molecular faz com que a energia térmica seja transferida, molécula a molécula, sem que haja transporte de matéria. Assim:

A condução é a transferência de calor, molécula a molécula, através de colisões entre elas, sem que haja transporte de matéria.

A rapidez com que a energia é transferida diferencia os condutores dos isolantes. Quando calor começa a ser transferido, o fluxo de calor nos vários pontos da barra não é o mesmo. Após certo tempo, podemos verificar que em cada secção da barra o mesmo e ao longo da barra ocorre uma distribuição uniforme de temperatura. Aí dizemos que o calor foi em regime estacionário ou permanente.

b) Convecção

Quando colocamos no fogo, em um recipiente, uma certa quantidade de água, o calor é transferido a ela por condução. É por isso que os utensílios domésticos são feitos de cobre ou alumínio devido à grande condutibilidade que esses materiais apresentam. Como a parte inferior do líquido se aquece primeiro, a sua densidade diminui devido ao aumento de volume, e ele sobe. A água quente é mais leve que a água fria. As moléculas da parte superior, mais frias e mais densas, deslocam-se para baixo



Formam-se no interior do líquido correntes de convecção, facilitando o rápido aquecimento do mesmo.

A convecção é uma forma de transmissão de calor, que ocorre nos fluidos (líquidos e gases), com transporte de matéria devido à diferença de densidade.

Como os líquidos e os gases são maus condutores de calor, a convecção é o método mais eficiente de transporte de calor nesses meios.

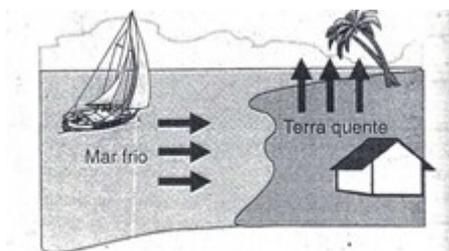
A convecção não ocorre no vácuo.

Na convecção ocorre transporte de matéria e energia devido à diferença de densidades entre o fluido quente e o frio.

Em nossa vida diária e na técnica encontramos várias aplicações da convecção.

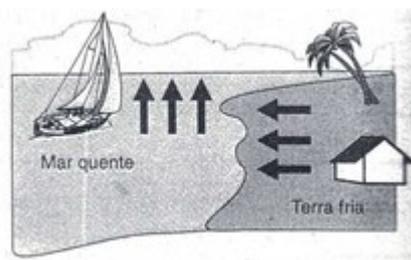
A formação dos ventos e das brisas ocorre devido ao aquecimento desigual das camadas de ar. Isto é percebido, claramente, nas regiões litorâneas.

Durante o dia, os raios solares aquecem mais intensamente a terra que a água do mar. Assim, o ar aquecido sobre formando uma região de baixa pressão que aspira o ar que está sobre o mar. Então o vento sopra do mar para a terra. Temos as **brisas marítimas**.



Durante a noite, o processo se inverte. A terra se resfria mais rapidamente do que a água do mar. O ar sobre a água do mar está mais quente e menos denso. Desta forma, o ar aquecido sobre a água sobe, formando uma região de baixa

pressão que aspira o ar sobre a terra. O vento sopra da terra para o mar. São as **brisas terrestres**.



Na geladeira, o congelador é colocado em sua parte superior. O ar em contato com o congelador se resfria, torna-se mais denso e se desloca para baixo. Na parte inferior as moléculas mais quentes e, portanto, menos densas, sobem. Formam-se as correntes de convecção.

O ar que sobe em uma chaminé, os sistemas de aquecimento ou de refrigeração também se utilizam das correntes de convecção.

E não esqueça que:

Na condução, O calor O transferido, partícula a partícula, ao longo do material, sem transporte de matéria. Ocorre principalmente nos sólidos.

Na convecção, ocorre transporte de matéria e energia. Ocorre nos líquidos e nos gases.

c) Irradiação

A irradiação é o processo de transmissão de calor através do espaço, mesmo vazio (vácuo) através de ondas denominadas eletromagnéticas. É o único processo de transferência de energia que pode ocorrer no vácuo.

Na irradiação, temos apenas o transporte de energia sem que haja necessidade de um meio material.

O calor do Sol ou o que recebemos de uma lareira chega até nós através de ondas eletromagnéticas.

A Garrafa Térmica

Um dispositivo bastante conhecido é a garrafa térmica. Criada, há um século, por James Dewar, ela evita os três processos de transmissão de calor, mantendo a temperatura constante de líquidos frios ou quentes durante certo intervalo de tempo.

Ela é feita de vidro (mau condutor de calor) com paredes duplas e espelhadas entre as quais é feito o vácuo. O vácuo entre as paredes impede a condução e a convecção. As paredes espelhadas evitam a irradiação de dentro para fora da garrafa e vice-versa, A tampa, feita de um material isolante, evita a condução.

Adaptado de: Apostila III Milênio – Série: O Sistema Solar. Física, 2º Ano. 1º Semestre.

ORIENTAÇÕES PARA ESTAÇÃO 01

Link de acesso ao vídeo:

<https://youtu.be/V20k3dDTufpE>

O vídeo em questão trará os conceitos de Calor e Temperatura. Também abordará sobre os métodos de transferência de calor – condução, convecção e irradiação.

Assistir com atenção o vídeo e fazer anotações sempre que achar necessário, para posterior troca de informações com o docente e colegas.

Tempo destinado para essa estação: 20 minutos.

ORIENTAÇÕES PARA ESTAÇÃO 02

Pesquisar no material impresso disponibilizado, sobre “Processos de Transmissão de Calor” – Condução, Convecção e Irradiação.

Anotar no caderno as ideias principais para posterior troca de informações com o professor e colegas.

Tempo destinado para essa estação: 20 minutos.

ORIENTAÇÕES PARA ESTAÇÃO 03

Realizar os experimentos seguindo as orientações abaixo.

MUITA ATENÇÃO COM O MANUSEIO DA FOGO/VELA.

Observar com atenção o resultado obtido, para posterior discussão com a professora e colegas.

Tempo destinado para essa estação: 20 minutos.

Experimento 1:

COMPARAÇÃO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA DO AR E DA ÁGUA

Materiais utilizados:

- Copos plásticos descartáveis.
- Velas.
- Prato pirex.
- Caixa com fósforos ou isqueiro.
- Água.
- Cronômetros (podem usar o celular).

Procedimento:

- Certifique-se que não há cadernos ou outros materiais que podem estragar caso sejam molhados, pois a água pode ser derramada de dentro do copo.
- O experimento pode ser filmado para posterior análise.
- Encha um dos copos com mais ou menos 20 ml de água.

Figura 1.1 – Foto do copo descartável contendo água e do copo vazio, e recipiente com a vela fixada



Fonte: Autoria própria (2022)

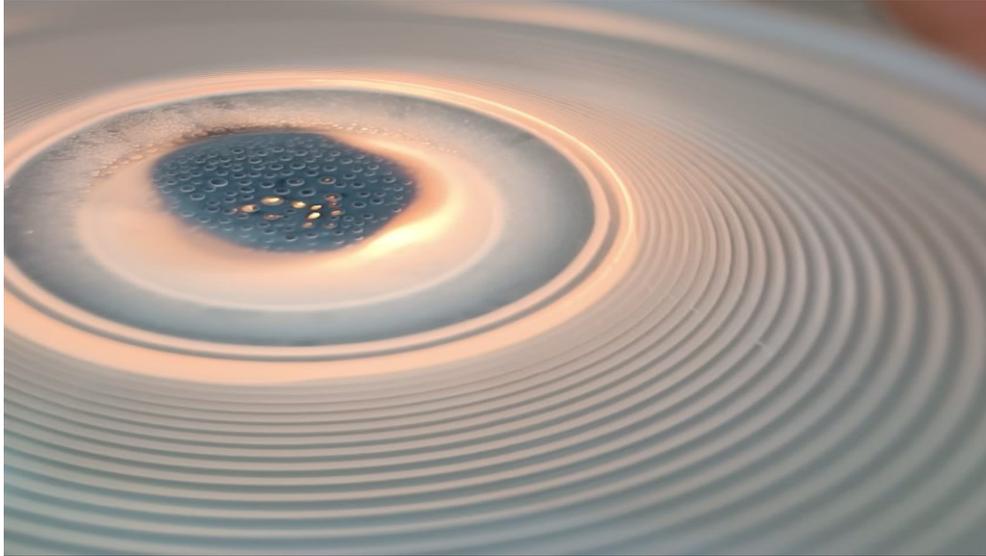
- O outro copo permanece vazio.
- Acenda vela e fixe-a com a própria parafina em um recipiente de vidro como mostrado na figura 1.1, para evitar acidentes e queda da mesma.
- Aproxime o copo contendo a água da chama da vela e deixe por aproximadamente 60 segundos ou mais e observe, conforme mostra a figura 1.2.

Figura 1.2 – Foto do copo contendo água sendo aproximando da chama da vela



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 1.3 – Foto da vista superior do copo contendo água, após ser aproximando da chama da vela



Fonte: Aatoria própria (2022)

- Aproxime o copo vazio da chama e observe.

Figura 1.4 – Foto da vista superior do copo vazio, após ser aproximado da vela



Fonte: Aatoria própria (2022)

Experimento 2:

VERIFICAÇÃO DA CONDUÇÃO TÉRMICA NO ALUMÍNIO/COBRE

Materiais:

- Pedaco de metal, alumínio ou cobre de aproximadamente 15 a 20 cm.
- Percevejos.
- Prato pirex.
- Vela.
- Caixa com fósforos ou isqueiro.
- Prendedor de roupa de madeira (baixo condutor de calor).
- Cronômetros (podem usar o celular).

Procedimento:

- Sugere-se que o experimento seja ser filmado para posterior análise.
- Acenda a vela e antes de fixa-la com a própria parafina em um recipiente de vidro como mostrado na foto a seguir, para evitar acidentes e queda da mesma, pingar parafina ao longo de uma das extremidades do pedaco de metal fixando os percevejos, conforme mostrado na figura 2.1.

Figura 2.1 – Foto do metal com os percevejos fixados ao longo de uma de suas extremidades



Fonte: Aatoria própria (2022)

- Em seguida aproxime o metal da chama da vela segurando-o pelo prendedor de roupa fixado na outra extremidade, conforme ilustra a figura 2.2 e observar.

Figura 2.2 – Foto do metal sendo aproximado da chama da vela



Fonte: A autoria própria (2022)

- Meça o tempo que levará para os percevejos se desprenderem do metal e caírem.

ORIENTAÇÕES PARA ESTAÇÃO 04

Com o uso de seus aparelhos celulares, acessar os links abaixo, assistir os vídeos de curta duração sobre “Processos de Transmissão de Calor”. Não esquecer do uso de fones de ouvido.

Assistir com atenção aos vídeos e fazer anotações sempre que achar necessário, para posterior troca de informações com a professora e colegas.

Tempo destinado para essa estação: 20 minutos.

Neste vídeo, acompanhe a história por trás do sorvete e curiosidades sobre a origem dessa delícia que adoramos saborear no lanche ou na sobremesa.

<https://youtu.be/xh0QXkUhgNw>

Neste vídeo, acompanhe, Como funciona um circuito de refrigeração?

<https://youtu.be/VHrfdax3GA>

Vídeo bem divertido de assistir, de, Como ar condicionados funcionam?

<httpx://youtu.be/IIzpbrcSDuy>

APÊNDICE 1 - FOTOS E REGISTROS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA: ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES DE APRENDIZAGEM

Figura A.1 – Foto da sala organizada para realização da atividade Rotação por Estações de Aprendizagem



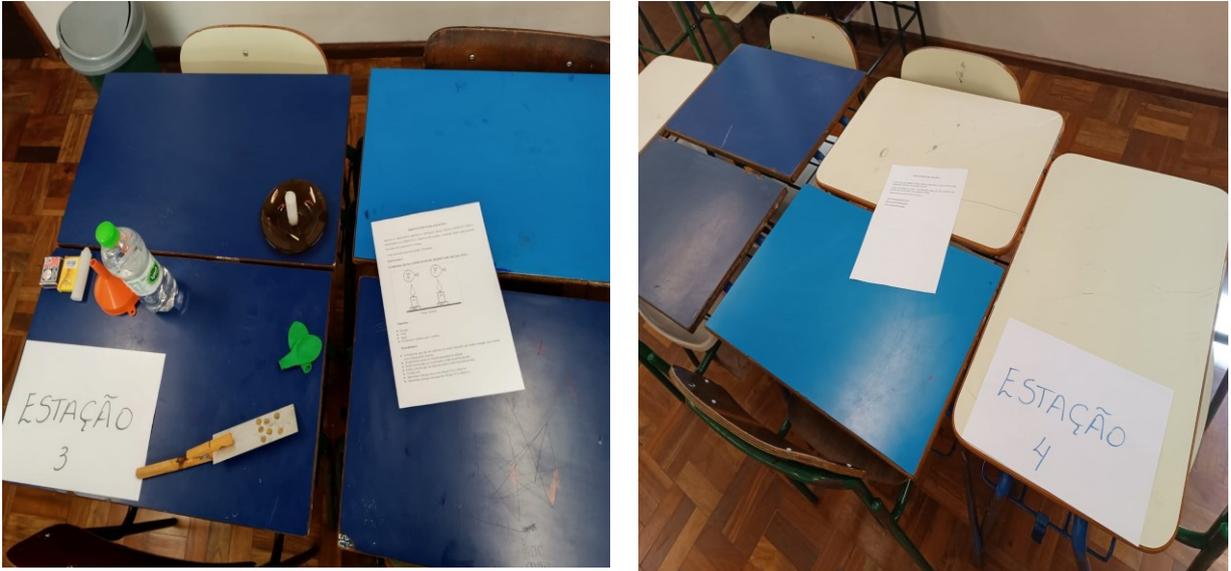
Fonte: Autoria própria (2022)

Figura A.2 – Fotos das carteiras e cadeiras organizadas para realização Estação 1 e 2 da atividade Rotação por Estações de Aprendizagem



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura A.3 – Fotos das carteiras e cadeiras organizadas para realização Estação 3 e 4 da atividade Rotação por Estações de Aprendizagem



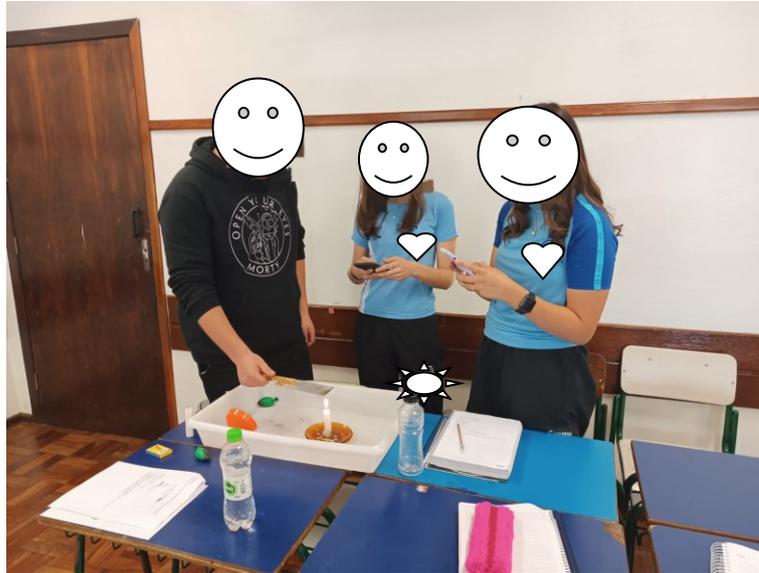
Fonte: Autoria própria (2022)

Figura A.4 – Fotos dos alunos distribuídos nas estações para realização das atividades propostas



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura A.5 – Foto dos alunos realizando atividade experimental durante a passagem pela estação 3



Fonte: Autoria própria (2022)

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trabalhar com o ensino é nos desafiar a cada dia, assim, ao aplicarmos o Produto Educacional e com ele a metodologia rotação por estações dentro de situações reais e com várias limitações encontradas, me fez repensar em estratégias que possam ser aplicadas e replicadas em novas oportunidades.

Quando trabalhamos com a propostas de tema Termodinâmica – processos de transmissão de calor, os educandos por vezes possuíam conhecimentos prévios que continham erros, mas buscamos através do Ensino de Física esclarecer esses conteúdos.

Essa pesquisa foi exploratória, com método de estudo de caso, no qual usou-se a técnica de coleta de dados por meio de questionários e análise de dados quantitativos, bem como discussão baseada na literatura e na experiência de mais de vinte anos em sala de aula da autora.

A aplicação da metodologia ativa rotação por estações se mostrou uma ferramenta ampla que pode ser explorada de diversas formas. Como por exemplo, com diferentes quantidades de alunos e estações, novas práticas e usando os recursos que cada professor e escola possuem, dentro de suas limitações.

Com o objetivo principal de verificar o uso da aprendizagem significativa no processo de aquisição de novos conhecimentos relacionados a conceitos físicos sobre o conteúdo de Termodinâmica, foi aplicado a metodologia ativa rotação por estações. Esta metodologia se mostrou eficaz pois, os educandos, na sua maioria, após a prática relataram que não conheciam-na, mas que estariam dispostos a participar novamente em momentos futuros.

A utilização desta metodologia ativa vem afirmar o aumento do interesse e a motivação dos educandos na realização das atividades propostas sobre o conteúdo Termodinâmica. Pode-se apontar dessa prática, que o desenvolvimento dessas atividades de fato propiciou um ambiente favorável à aprendizagem.

Os resultados obtidos mostraram que é possível trabalhar com essa metodologia de uma maneira proveitosa e que essa proposta pode auxiliar na compreensão de conceitos físicos. Contribuindo assim, junto com as concepções e

métodos mais tradicionais sejam completados a partir das vivências anteriores, que jamais poderão ser descartadas.

Mesmo com as evidências apresentadas na pesquisa, ainda restam vários questionamentos sem respostas, pois quando somos desafiados a mudar nossa forma de ensinar, precisamos estar dispostos a aprender. E sabemos que este é um ponto importante para o desenvolvimento de uma aprendizagem efetivamente significativa.

Finalizando estas considerações, reflete-se o quanto aprende-se quando somos apresentados a novos obstáculos. E, este trabalho foi muito desafiador para a prática de ensino da docente envolvida e, após essa conquista, será o primeiro de outros que virão.

Como proposta de continuidade deste trabalho, a divulgação e o ensino de metodologias ativas para professores, buscando auxiliar no árduo processo de ensinar, assim como aplicar esta metodologia a outros conteúdos de Física.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. **Psicologia Educacional: Uma Visão Cognitiva**. 1. ed. Nova York: Holt, Rinechart and Winston, 1968.

BACICH L., TANZI NETO A. e TREVISANI F. M. **Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

BALARDIN, G. **Rotação por estações: conheça esse modelo de ensino híbrido e saiba como aplicá-lo**. ClipEscola. <https://www.clipescola.com/rotacao-por-estacao/>. Acessado em 04/01/2023.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica**. Revista Thema, v.14, n.1, p.268-288, 2017.

HALLIDAY, D. e RESNICK, R. **Fundamentos da Física 2. Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 9ª Edição. LTC Editora. 2012.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2015.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros. Mecânica, Oscilação e Ondas e Termodinâmica**. Volume 1. 6ª Edição. Rio de Janeiro. LTC Editora. 2006.