

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ÂNGELA MARIA DALLA ROSA LORENSI

**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?**

Dissertação apresentada 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.

Dedico esta Dissertação a mim, pelos desafios pessoais superados e pelas renúncias feitas, e à minha família, pelo apoio e compreensão nos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

No início desta caminhada, não sabia muito o que esperar, desafios, renúncias, conquistas e pessoas especiais fizeram parte desta etapa.

Agradeço a minha orientadora Prof^a Dra. Camila Tonezer, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória e sua extrema dedicação, não medindo esforços durante essa orientação.

Aos meus colegas de sala, pois deixaram de ser apenas colegas e passaram a ser parte de uma nova família: a do Mestrado.

Aos professores que por nós passaram durante essas disciplinas, minha eterna gratidão por nos transmitir seus conhecimentos e experiências.

A Secretaria do Curso MNPEF polo de Medianeira, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu agradecimento à minha família, em especial ao meu esposo Elizandro, pelo incentivo incondicional, pois penso que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Também minha gratidão mais que especial a Deus, por todos os momentos de proteção e livramento.

A todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.”
(NEWTON, ISAAC, 1675)

RESUMO

A base principal deste trabalho é a aplicação da metodologia ativa rotação por estações para alunos do ensino médio. O objetivo é fazer uso da aprendizagem significativa no processo de aquisição de novos conhecimentos relacionados a conceitos físicos. É uma proposta que teve como principal teoria de aprendizagem a Cognitivista de David P. Ausubel. Com o intuito de facilitar esse objetivo, a rotação por estações foi aplicada em uma turma de 2ª série do Ensino Médio de um colégio da rede pública do Estado do Paraná no ano de 2022. O total de aulas para execução do produto educacional foram 5 aulas de 50 minutos cada. Para iniciar a proposta, foi solicitado extraclasse, a realização por parte dos alunos de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema Processos de transmissão de calor: condução, convecção e irradiação. Na sequência, aplicou-se um pré-teste para verificação dos conhecimentos prévios e assim poderemos fazer uso dos subsunçores trazidos pelos educandos. A metodologia foi aplicada de acordo com o esperado e após a implementação da proposta da metodologia de rotação por estações, um pós-teste foi aplicado e analisando os dados, esses apresentaram muito mais que indícios de aprendizagem significativa, observamos que os alunos evoluíram em experiência educacional e de vida. Foram apresentados a uma nova metodologia de ensino, que muitos não conheciam, e que, quando questionados se estariam dispostos a novas atividades semelhantes a esta, quase por unanimidade relataram que sim. 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. Após análise e discussão dos resultados, podemos concluir que essa proposta e material desenvolvido, podem ser replicados com êxito.

Palavras-chave: termodinâmica; rotação por estações; aprendizagem significativa; ensino de física.

ABSTRACT

The main basis of this work is the application of the active methodology station rotation, for high school students. The objective is to use meaningful learning in the process of acquiring new knowledge, related to concepts of Physics. It is a proposal that had David P. Ausubel's Cognitivist learning theory as its main learning theory. In order to facilitate this aim, the station rotation was applied to a 2nd grade high school class, at a public school in the state of Paraná in 2022. The total number of classes to implement the educational product is 5 classes of 50 minutes each one. To begin the proposal before the classroom, students were asked to carry out a bibliographical research about the heat transmission processes: conduction, convection and irradiation. Afterwards, a pre-test was administered to verify prior knowledge so that we could make use of the subsumers brought by the students. The methodology was applied in accordance with expectations and after implementing the station rotation methodology proposal, a post-test was applied and analyzing the data, these showed much more than signs of significant learning, we observed that the students were evolved by educational and life experience. They were introduced to a new teaching methodology, which many were not familiar with, and when asked if they would be willing to undertake new activities similar to this, they almost unanimously said yes. This research was exploratory, with a case study method, in which the data collection technique was used through questionnaires and quantitative data analysis, as well as discussion based on literature and in the author's experience of more than twenty years of teaching. The application of the active station rotation methodology proved to be a broad tool that can be explored in different ways. For example, with different numbers of students and stations, new practices and using the resources that each teacher and school have, within their limitations. After analyzing and discussing the results, we can conclude that this proposal and the material that was developed can be successfully replicated.

Keywords: thermodynamics; station rotation; meaningful learning; teaching physics.

LISTA DE FIGURAS

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	31
Figura 2 - (a) Correntes de convecção no ar. (b) Correntes de convecção em um líquido	32
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	33
Figura 4 - Fogueira emitindo irradiação	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultado do Pré-teste aplicado nas turmas dos períodos matutino e vespertino	38
Gráfico 2 - Resultado do Pré e Pós-teste aplicado turma do período vespertino	41
Gráfico 3 - Resultado do Pós-teste aplicado nas turmas dos períodos matutino e vespertino	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APAE -	Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais
CAPES -	Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior
IA -	Inteligência Artificial
MNPEF -	Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física
PAC -	Professor de Apoio a Comunicação Alternativa
PAEE -	Professor de Apoio Educacional Especializado
SEED -	Secretaria de Estado de Educação do Estado do Paraná
SI -	Sistema Internacional de Unidades
UTFPR -	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Por que utilizar Metodologias Ativas e Rotação Por Estações?	13
1.2 Objetivo Geral	16
1.2.1 Objetivos Específicos	16
1.3 Por que Termodinâmica?	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel	17
2.2. Metodologias Ativas	19
2.2.1 Rotações por Estações de Aprendizagem	24
2.3. Metodologia	27
3. PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR	29
3.1 Condução	31
3.2 Convecção	32
3.3 Irradiação	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
APÊNDICE 1 – PRODUTO EDUCACIONAL	53

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo abordaremos os aspectos de escolha da metodologia, dos objetivos de pesquisa e da temática escolhida, a qual irá tratar o Produto Educacional e por conseguinte essa dissertação.

Nos primeiros dias desta etapa – mestrado – 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. Entretanto, nem sempre isso era a realidade vivida, uma vez que encontrava dúvidas, misturas de conceitos e falta de assimilação por parte dos alunos. Pensando nisso, busquei um melhor aprofundamento sobre a metodologia, 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.

Assim sendo, o produto educacional, apresentado conjuntamente com essa dissertação, 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.

1.1 Por que utilizar Metodologias Ativas e Rotação Por Estações?

Partindo da ideia que no ensino de Física é mais importante dar atenção aos conceitos físicos do que às equações, 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 está 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.

Práticas inovadoras e com criatividade foram de grande valor para muitos docentes no período remoto, fazendo toda a diferença em não perder os alunos para o desânimo deste processo de pandemia. Um exemplo a ser citado é o de alunos que não puderam estar presentes fisicamente nas aulas de Física do Programa Ensinar – Campus São Luís, utilizaram-se de recursos como simuladores on-line e construção de experimentos a partir de materiais de fácil acesso (Filho, 2021).

Também colaborando com essa prática on-line, os alunos enviavam vídeos e imagens da execução dessas atividades experimentais. Este novo modelo de ensino, chamado de ensino híbrido, se torna muito importante para trabalhar com problemas e projetos que envolvam situações reais. Práticas que o aluno poderá vivenciar posteriormente no mundo pessoal e profissional.

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.

Os educandos devem seguir as orientações dadas pelo professor, assim como na aula presencial, embora, a administração do tempo, seu cronograma de estudo e local, são ajustados pelo próprio aluno exigindo do estudante um dinamismo no processo de aquisição do saber.

O ensino híbrido é um programa de educação formal no qual um aluno aprende, pelo menos em parte, por meio do ensino on-line, com algum elemento de controle do estudante sobre o tempo, lugar, modo e/ou ritmo do estudo, e pelo menos em parte em uma localidade física supervisionada, fora de sua residência (Christensen; Horn; Staker, 2013).

A seguir apresentamos os objetivos gerais e específicos que norteiam a realização deste trabalho.

1.2 Objetivo Geral

- Fazer uso da aprendizagem significativa no processo de aquisição de novos conhecimentos relacionados a conceitos físicos.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Aplicar a metodologia ativa rotação por estações de aprendizagem no ensino de Termodinâmica;

- Desenvolver o Produto Educacional;

- Verificar a eficácia da metodologia escolhida.

1.3 Por que Termodinâmica?

Entre as principais funções da escola está a de transmissão de conhecimento produzido pela humanidade no decorrer da história. Entendemos que essa transmissão se dá pelos processos de interação e comunicação, e o grande desafio do educador atual é de transformar esses conhecimentos, muitas vezes científicos em conteúdo didático (Libâneo, 1998). E é por esse motivo que a aprendizagem significativa tem sua estreita relação com o Ensino de Física e que vem auxiliar nesta etapa de trabalho.

É necessário ter em mente que trabalhar a Física de forma diferente é a chave para o sucesso na aprendizagem do aluno. Não se pode mais pensar em apenas memorização mecânica de equações ou definições com respostas prontas, sem levar o aluno a pensar e se questionar. Caso contrário, o conteúdo será logo esquecido, sem que haja realmente conexões e ancoramento, efetivando a aprendizagem.

Partindo desta ideia, trabalhar o conteúdo de Termodinâmica, mais especificamente Processos de Transmissão de Calor: Condução, Convecção e Irradiação, em conjunto com a metodologia rotação por estações foi a estratégia escolhida para o desenvolvimento do produto educacional.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel

Este trabalho tomou como base a Teoria de Aprendizagem de David Paul Ausubel¹. Embora tenha se dedicado a vários estudos, uma das áreas que Ausubel mais contribuiu foi o da aprendizagem. Ele acreditava que o aprendizado em geral não ocorre por pura memorização, mas que novos conceitos e ideias devem estar relacionados aos conhecimentos prévios, presentes no indivíduo (Ausubel, 1968).

Não podemos falar de Ausubel sem ressaltar seus estudos referentes a aprendizagem significativa e mecânica.

Na aprendizagem significativa o fator que mais determina o que uma pessoa aprende é o conhecimento que ela já possui. A aquisição de novas ideias deve partir da observação de conceitos que já temos armazenados, os chamados subsunçores ou âncoras, para que novos conhecimentos sejam fixados sem uma memorização automática. Esses subsunçores são conhecimentos específicos, existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, que permitem dar significado a novos conhecimentos (Ausubel; Novak; Hanesian, 1978).

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1978), os subsunçores podem ser definidos como esteios ou pilares, pois servem de suporte para a ancoragem de um novo conhecimento que se deseja reter. Nesta relação, os novos conteúdos podem se relacionar com os anteriores, sendo acrescentados de forma mais integral.

A aprendizagem mecânica é caracterizada pela tentativa de armazenar novos conhecimentos sem relacioná-los com outros anteriores. Isso teria como consequência uma difícil retenção de conhecimentos a longo prazo e seria muito fácil esquecer com o passar do tempo. A aprendizagem mecânica no repasse de informações, segundo Paulo Freire, pode retirar o direito do educando de construir conexões formativas (Freire, 2009).

De acordo com o autor:

a narração de que o educador é sujeito, conduz os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado. Mais ainda, a narração os transforma em “vasilhas”, em recipientes a serem “enchidos” pelo educador. Quanto mais vá se “enchendo” os recipientes, seus depósitos, tanto melhor o educador será. Quanto mais se deixem docilmente “encher”, tanto melhores os educandos serão (Freire, 2009, p. 66).

¹ Psicólogo, educador e pesquisador americano que trabalhou em áreas como a psicologia étnica e o campo da aprendizagem. Nasceu em 25 de outubro de 1918 e faleceu em 9 de julho de 2008.

Ausubel e colaboradores também defendiam que o conhecimento é organizado seguindo uma ordem de importância, onde conceitos mais relevantes seriam armazenados com mais facilidade por poderem ser ancorados a outros conceitos com importância semelhante na memória do sujeito. Ainda partindo das ideias dos autores, eles supõem que para aprender significativamente ou mecanicamente o aluno precisa estar disposto a fazê-lo (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980), ou seja, não conseguimos ensinar quem não está disposto a aprender.

Para situações que envolvem sala de aula, Ausubel (2002) afirma que a aula expositiva deve ser bem planejada e deve carregar consigo princípios programáticos coerentes com as ideias da teoria da aprendizagem significativa, muitas vezes não levados em conta na programação do ensino.

Considerando que a aprendizagem significativa deva ser priorizada em detrimento à mecânica, ela pressupõe a existência de subsunçores, com conhecimentos específicos, capazes de interligar essas novas informações e criar assim uma rede de aprendizagem. Lembrando também, que são extremos de um contínuo aprendizado e isso interfere diretamente na assimilação de conteúdos e na prática docente (Ausubel, 2002).

Quando essa aprendizagem significativa ocorre, ainda assim haverá mudanças e acréscimos de informações, sejam elas pessoais ou coletivas, e isso requer uma postura ativa do aluno. Ainda segundo Ausubel, aprender de forma significativa é atribuir significado ao que é aprendido e relacioná-lo com o que já se sabe (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Nos casos onde não há subsunçores na memória do aprendiz, podemos partir da aprendizagem mecânica, pois assim, o educando adquire conhecimentos que são novos para ele, sem nenhuma ligação com o que já conhece, ocorrendo assim a aprendizagem mecânica. E com isso, por sua vez, em algum momento servirá de subsunçor para novos conhecimentos passando assim para a aprendizagem significativa (Sousa; Silvano; Lima, 2018).

Outra forma de ocorrer a aprendizagem significativa é a diferenciação progressiva e reconciliação integradora, ambas são variáveis no processo de integrar novos conhecimentos aos já existentes.

À medida que o educando aprende, ocorre uma diferenciação e organização no entendimento dos novos conhecimentos, juntamente com a integração dos já vigentes, justificando a aprendizagem (Moreira, 2011).

No processo de diferenciação progressiva, conceitos são desenvolvidos, elaborados e diferenciados como resultado de constantes interações. E assim, os conteúdos a serem ensinados partem da ideia de conceitos mais gerais, para posteriormente serem progressivamente diferenciados em detalhes (Moreira; Masini, 2006).

Auxiliando no processo de aprendizagem significativa a reconciliação integrativa é a redefinição de ideias, conceitos e conhecimentos já efetivos nos educandos para facilitar a redefinição dos novos conhecimentos a serem adquiridos.

De acordo com Moreira e Masini (2006), Ausubel define diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como:

- Diferenciação progressiva é o princípio pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas, introduzindo detalhes específicos necessários. Essa ordem de apresentação corresponde à sequência natural da consciência, quando um ser humano é espontaneamente exposto a um campo inteiramente novo de conhecimento.

- Reconciliação integrativa é o princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para explorar relações entre ideais, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes.

E por fim, aprendizagem significativa é “um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva, não-litera e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo” (Moreira, 2016). E, pensando sobre isso, é que podemos dizer que a dinâmica é sem dúvida uma das características que mais se sobressai no mundo atual. Tudo está em constante movimento, e a escola, por vezes, tem apresentado dificuldade de acompanhar essas mudanças com tamanha rapidez.

2.2. Metodologias Ativas

As metodologias ativas surgiram da necessidade crescente de mudar o método tradicional de ensino, cujo foco principal que era baseado no docente para o

estudante, que passou a ocupar o centro das ações pedagógicas/educativas e o conhecimento passa a ser construído de forma colaborativa (Moreira, 2004).

Para que as metodologias utilizadas, tanto na educação presencial quanto na on-line, alcancem o objetivo pretendido, que nossos educandos tenham iniciativa e se envolvam nas atividades propostas, precisamos escolher bem as metodologias e recursos.

Mas o que realmente são metodologias ativas? Moran (2015) diz que metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na efetiva participação dos estudantes em seu processo de construção da aprendizagem. O autor ainda destaca que, a construção deve ser de forma flexível, interligada e híbrida, considerando as diferentes maneiras de envolvê-los nesse processo para que aprendam melhor, em seu próprio ritmo, tempo e estilo.

As metodologias ativas são pontos iniciais para seguirmos nos processos escolhidos, de reflexão, integração de novas práticas e a criação de desafios, atividades e jogos, que ao mesmo tempo reconhece no aluno suas limitações, também provoca mudanças e os leve a novos aprendizados. Quando pensamos em metodologias ativas, devemos ter em mente que o aprendizado se dá a partir de situações reais, cenários possíveis que nossos educandos irão experimentar em suas vidas adultas (Souza; Andrade, 2016).

É que nos diz Moran (2015) quando afirma que, para o aprendizado do estudante avançar, é importante que o professor desenvolva atividades que se aproximem da realidade do aluno. Para que, então este possa estar preparado para atuar no mundo fora do âmbito escolar.

Essas metodologias devem ocasionar mudanças, não somente no aspecto pedagógico, mas também, no ambiente físico e estrutural das salas de aula e escolas como um todo, precisam ser redimensionados. Para terem ambientes multifuncionais e que facilitem trabalhos ou atividades em grupo, como espaços amplos, abertos e agradáveis quanto a arquitetura dessas construções permitir (Diesel; Baldez; Martins, 2017).

As mudanças necessárias podem ser progressivas, porém devem acontecer. Porque o enfoque principal deve ser o aluno como protagonista de suas ações, com envolvimento profundo, partindo do professor transmissor para orientador, que escolhe o que seria mais pertinente entre tantas informações/conteúdos, ajudando

cada um com apoio, acolhimento, valorização e orientação (Diesel; Baldez; Martins, 2017).

No contexto da educação atual, com tantas mudanças ocorrendo, não devemos nem podemos defender um único modelo de ensino. Sistemas flexíveis e com projetos reais devem ser a base do planejamento de profissionais engajados com o aprendizado dos seus educandos.

Educação é um projeto de longo prazo, juntamente com compromisso real de todos os níveis das instituições, que em busca de melhores resultados e reconhecimento de seus discentes almejam a qualidade acadêmica. Assim, as metodologias ativas entram para acompanhar essas plataformas digitais, materiais integrados e projetos desafiadores (Vasconcellos; Berbel; Oliveira, 2009).

Também temos um desafio muito grande na questão de capacitar esses profissionais da educação para trabalhar com metodologias ativas, sejam eles coordenadores ou professores. E, sabemos da mesma forma que o processo de aprendizagem é único e diferenciado para cada indivíduo. Precisamos entender que as metodologias ativas ajudam a redefinir as formas de ensinar e aprender e estão associadas a diferentes imagens de participação e mudanças culturais que envolvem recursos físicos e humanos (Berbel, 2011).

No entanto, um desafio que faz com que as metodologias ativas percam força é a repetição dos procedimentos muitas vezes e de forma parecida. Principalmente, quando se faz uso sem observar que cada atividade escolhida tem importância, mas precisa ser elaborada de forma única.

Observamos que não são só glórias no caminho das metodologias ativas. Problemas diversos surgem – como conduzir processos diferentes em turmas grandes? Como dar conta do tempo, ritmos diferentes com projetos comuns? Cobrança para dar conta de todo o conteúdo programado.

As metodologias acarretam, a curto ou médio prazo, em mudanças conceituais e estruturais, no redimensionamento de espaços e horários, reconsiderando os impactos pedagógicos, e também financeiros e suas possibilidades econômicas. Elas são elementos iniciais para processos mais desenvolvidos de reflexão e elaboração de novas práticas educativas que possibilitem alcançar com êxito a aprendizagem desejada (Berbel, 2011).

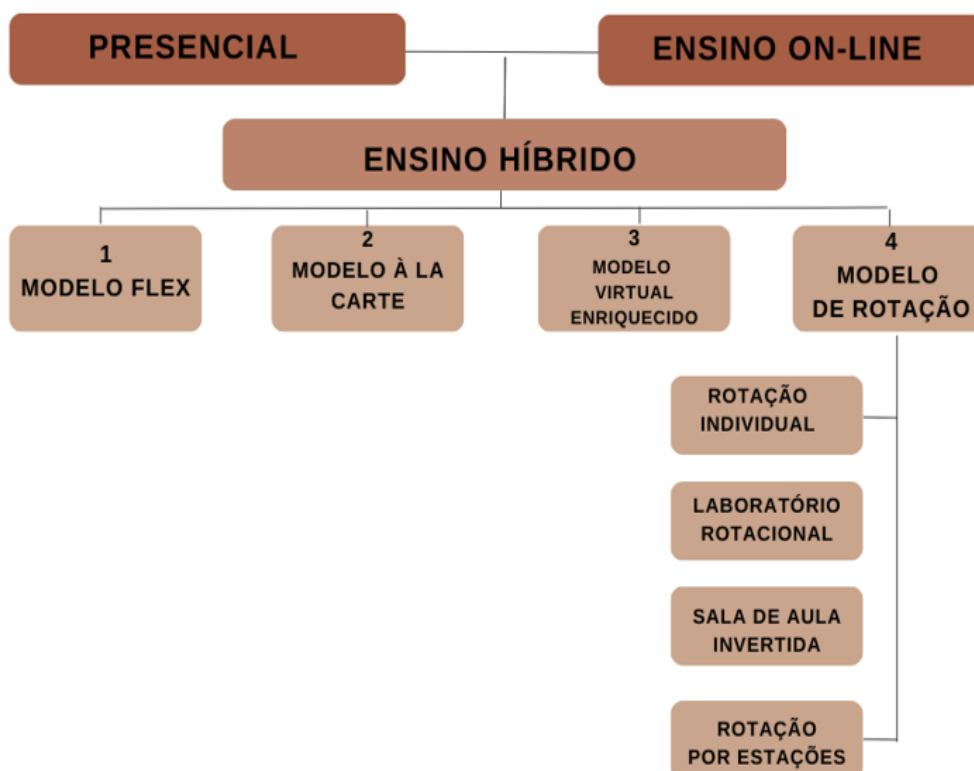
O método ativo, que passou a ser considerado sinônimo de metodologias ativas, é um processo que pretende estimular a autoaprendizagem e aguçar a

curiosidade dos educandos para a realização de pesquisas, análise, reflexão e tomadas de decisões. Neste método, o professor é apenas o simplificador desse processo (Berbel, 2011).

Para que a aprendizagem ocorra, ela deve partir de uma situação ligada a realidade do aluno. Outro fator importante é o trabalho em equipe, discussões, argumentações e troca de experiências (Freire, 1996).

Com base na busca por meios que possibilitem a aprendizagem, destacamos o ensino híbrido. Este é um modelo bastante antigo, entretanto ganhou evidência durante o processo decorrido na pandemia de Covid-19 e perdurou após este. O ensino híbrido é a mistura de momentos presencial, on-line e off-line, para a construção do aprendizado, conforme pode ser observado no quadro 01. Nesta ilustração buscamos apresentar os principais modelos híbridos utilizados no contexto atual, os quais apresentaremos a seguir.

Quadro 01 - Proposta de Ensino Híbrido



Fonte: Autoria própria (2023), ilustração baseada em Horn; Staker (2015)

O modelo Flex tem como objetivo principal o de usar o meio digital, com o intuito de que o aluno possa realizar as atividades propostas sozinho ou em grupo, trabalhando a independência do educando. Nesse modelo, o educador age como um mediador, onde realiza intervenções apenas quando necessário. A avaliação da aprendizagem ocorre de forma on-line. Bacich; Tanzi Neto; Trevisani (2015) apresentam que o modelo Flex tem como característica a personalização das atividades propostas e a organização dos educandos não necessita ser por séries ou anos.

Já o modelo *à la Carte* é um dos mais ativos e dinâmicos entre os modelos existentes no ensino híbrido. Esse modelo se baseia na construção de uma lista de objetivos a serem atingidos, com temas a serem estudados durante o curso ou disciplina. O educando escolhe a direção de seus estudos, tendo maior dinamismo para estudar dentro desse currículo. Neste modelo, o estudante é o responsável pela composição de seus estudos, tudo conforme os objetivos traçados para serem atingidos. Isso deve ocorrer em conjunto e compartilhado com o educador. Fato importante nesse modelo, segundo Christensen; Horn; Staker (2013), é a possibilidade dos alunos poderem realizar cursos inteiramente on-line e continuarem suas atividades em escolas tradicionais.

Quando o assunto é o modelo Virtual Enriquecido, percebe-se a sua maior utilização nos cursos de graduação. Onde na modalidade semipresencial, os estudantes tem suas disciplinas oferecidas de forma on-line e necessitam comparecer na instituição de ensino em apenas alguns dias específicos para esclarecimento de dúvidas e realização de avaliações. Apesar de ser um modelo mais utilizado no ensino superior, Christensen; Horn; Staker, (2013), destacam que este modelo “é uma experiência de escola integral na qual, dentro de cada curso os alunos dividem seu tempo entre uma unidade escolar física e o aprendizado remoto com acesso a conteúdos e lições on-line”.

E por fim temos o modelo de Rotação, modelo explorado neste trabalho. Neste modelo os educandos alternam de uma atividade para outra, sendo que as atividades possuem diferentes objetivos de aprendizagem, que pode ser uma ação organizada pelo professor presencialmente ou on-line, realizada pelo aluno, de forma a assumir seu processo de aprendizagem. Este modelo subdivide-se em Laboratório Rotacional, Sala de Aula Invertida, Rotação Individual e Rotação por Estações (Balardin, 2021).

No Laboratório Rotacional, os educandos revezam em horários preestabelecidos pelo professor, entre locais dentro da escola. Ao menos um destes espaços é um laboratório on-line, enquanto os outros ambientes trabalham com outras práticas de aprendizagem. A proposta do método Laboratório Rotacional é semelhante ao modelo Rotação por Estações, porém, os alunos deverão trocar de ambiente (laboratórios, por exemplo) e não somente de estações na mesma sala, para realizar de forma individual suas atividades, acompanhados por um orientador (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015).

Outro recurso dentro do modelo Rotação é o da Sala de Aula Invertida, onde os conteúdos são estudados em casa e os exercícios são desenvolvidos em sala de aula. Assim, o educando passa a ter um comportamento de protagonista da sua prática educativa. Os precursores deste modelo, Bergmann; Sams, (2016) passaram a utilizar esse método em 2007. Segundo Valente (2014), atualmente no Brasil a Sala de Aula Invertida é, dentre os modelos de ensino híbrido, o mais utilizado.

Já na Rotação Individual, o programa de conteúdos a serem aprendidos, é determinado através de avaliações diagnósticas feita com cada aluno, programando assim um roteiro a ser desenvolvido, o que leva os alunos a serem responsáveis pelo seu aprendizado. Outro fator importante, a se destacar, é o de que o educando não precisar passar por todas as rotações e sim desenvolver seu próprio ritmo de aprendizagem. Segundo Bacich; Tanzi Neto; Trevisani (2015) na Rotação Individual o controle individualizado da aprendizagem é o ponto chave para a observação do desenvolvimento da aprendizagem dos educandos.

E por fim destacamos o modelo de Rotação por Estações que será amplamente comentada no tópico a seguir, uma vez que é o ponto chave para o desenvolvimento do produto educacional, vinculado a esta dissertação.

2.2.1 Rotações por Estações de Aprendizagem

Daremos destaque aqui ao modelo híbrido rotação por estação de aprendizagem, onde discutiremos sobre ele e de que forma podemos utilizá-lo a favor da aprendizagem.

A metodologia rotação por estação de aprendizagem, foi adaptada do “*Blended Learning: Station Rotation Model*”, que envolve etapas digitais e não digitais. O *blended learning* – termo que pode ter seu significado traduzido como fundir, unir,

misturar – é o resultado de avanços tecnológicos ou inovações na educação, condições de equilíbrio entre aspectos on-line e off-line (Valente, 2014).

No modelo de rotação por estação de aprendizagem, conforme Bacich; Tanzi Neto; Trevisani (2015):

Os estudantes são organizados em grupos, cada um dos quais realiza uma tarefa, de acordo com os objetivos do professor para a aula em questão. Podem ser realizadas atividades escritas, leituras, entre outras. Um dos grupos estará envolvido com propostas on-line que, de certa forma, independem do acompanhamento do professor.

Na rotação por estações de aprendizagem, os momentos on-line e off-line ocorrem dentro da escola. A sala de aula ou em outro espaço, a escolha do professor, é dividido em estações onde ao menos uma delas é obrigatoriamente on-line. Um tema central é escolhido, e todas as estações trabalham com ele, porém de formas diferenciadas. Deve-se priorizar todos os estilos de aprendizagem: visual, auditiva, cinestésica e leitura e escrita. Previamente os alunos são divididos em grupos e todos passam pelas estações como num ciclo (Fleming; Mills, 1992).

Nas estações, embora o tema seja único, elas possuem atividades diferenciadas e independentes. É interessante também destacar que o tempo de permanência em cada estação seja o mesmo. E que, os educandos consigam concluir a atividade proposta antes de seguir para a estação seguinte (Balardin, 2021).

Para que o conceito de ensino seja válido, a rotação por estação deve levar em conta o aprendizado colaborativo. Embora também em dado momento, possa ocorrer o aprendizado individual, normalmente na estação escolhida para desenvolver a parte tecnológica, como pesquisa, exercícios e jogos. O educador deve atuar como um organizador de espaço, material, recursos didáticos e divisor dos grupos, além de que seu papel é também de esclarecimento de dúvidas. Além disso, se encontra a possibilidade dele fazer parte de uma das estações, para proporcionar debates e reflexões aos discentes (Moran, 2019).

Existem variações que podem ser destacadas na execução da atividade rotação por estações, onde por combinação prévia, o professor pode aproveitar as habilidades dos alunos com maior facilidade para auxiliar os demais, como monitores. Outro aspecto importante, a se destacar, é a troca de experiências e a ajuda colaborativa dentro das estações. Essa metodologia proporciona com que o docente acompanhe os estudantes mais de perto e possa exercer maior atenção para àqueles que necessitam de auxílio extra (Moran, 2019).

Quando pensamos em utilizar esse modelo de ensino híbrido, podemos sentir um pouco de resistência por parte dos educandos, que na fase inicial podem necessitar de um encaminhamento maior. Entretanto, quanto maior o estímulo, mais próximo de resultados esperados estaremos e o discente perceberá que a aprendizagem depende em grande parte do seu próprio esforço e dedicação.

Souza; Andrade, (2016) pontuam alguns benefícios da aplicação desse método de rotação por estações para o ensino e aprendizagem.

O aumento das oportunidades do professor de trabalhar com o ensino e aprendizado de grupos menores de estudantes; o aumento das oportunidades para que os professores forneçam feedbacks em tempo útil; oportunidade dos estudantes aprenderem tanto de forma individual quanto colaborativa; e, por fim, o acesso a diversos recursos tecnológicos que possam permitir, tanto para professores como para os alunos, novas formas de ensinar e aprender (Souza; Andrade, 2016).

Seguindo na construção desse processo, devemos definir a quantidade de estações, que por sua vez deve levar em consideração números de alunos na classe, que devem ser suficientes para que todos os educandos tenham contato com os modos de aprendizagem escolhidos. O planejamento do espaço para ocorrer essa atividade deve ser levado em consideração. Normalmente o local escolhido é a sala de aula, mas nada impede de usar outros recintos no estabelecimento de ensino, tais como: laboratórios, quadra de esportes, saguão ou pátio da escola. Isso deve ficar a escolha do professor.

Neste momento, chegamos em uma parte muito importante desta proposta: o roteiro das atividades em que um único tema central deve ser seguido. As atividades em cada estação devem ser independentes, ou seja, o aluno não tem uma sequência de estação para seguir. E cada ação deve começar, ser desenvolvida e terminar, antes de passar para a estação seguinte, ou seja, o tempo deve ser calculado para que todos os comandos sejam concluídos pelo discente antes de seguir para o próximo ciclo (Berbel, 2011).

Buscando leituras para complementar os estudos sobre o tema rotação por estações, vários textos demonstram que essa metodologia pode ser usada nos diferentes níveis de ensino, desde a pré-escola até cursos de graduação e pós-graduação, como destacamos na sequência.

A pesquisa desenvolvida por Borges (2021) relata que a inserção de tecnologias digitais no contexto educacional a partir da rotação por estações, pode ser

inserida e integrada à pré-escola como mais um recurso que media a aprendizagem e, não como uma finalidade em si mesma.

Outro estudo realizado com estudantes do ensino fundamental mostrou que a metodologia rotação por estações permitiu trabalhar com o dinamismo dos educandos, pois quando foi requerida sua participação nas atividades, os estudantes obtiveram êxito e em relatos dos mesmos ratificaram esse método (Guimarães; Junqueira, 2020).

Comprovando a eficácia desse modelo ativo de ensino e aprendizagem, após sua aplicação em um curso de graduação em Odontologia, verificou-se que os estudantes estavam satisfeitos por terem praticado essa metodologia. A maioria afirmou que gostaria da utilização em outros componentes curriculares (Pires *et. al.*, 2022).

2.3. Metodologia

Dando sequência a este trabalho, vamos relatar como foi desenvolvido a atividade de metodologia ativa rotação por estações de aprendizagem. Sendo que o conteúdo escolhido dentro da Física foi sobre Termodinâmica, mais especificamente sobre Processos de Transmissão de Calor: Condução, Convecção e Irradiação.

A metodologia ativa rotação por estações, foi aplicada no mês de agosto de 2022, com alunos de 2ª série do Ensino Médio, de um colégio da rede estadual de ensino, na zona urbana de um município do Sudoeste do Estado do Paraná.

A clientela envolvida na pesquisa, eram estudantes de ambos os sexos, entre a faixa etária de 15 a 17 anos, tanto do período matutino (duas turmas), quanto vespertino (uma turma), em atividades realizadas durante as aulas da disciplina de Física.

Relata-se também que foi realizada uma análise com duas turmas de controle, onde a metodologia ativa rotação por estações não foi implementada, sendo trabalhado de forma tradicional o mesmo assunto de Termodinâmica e com a mesma carga horária.

No capítulo Resultados e Discussões, procuraremos evidenciar se ocorreu aprendizagem significativa ou não, comparando o resultado entre as turmas envolvidas nesta pesquisa.

No primeiro momento, a pedido da professora os alunos realizam uma pesquisa escrita sobre o assunto para entregar, como parte inicial da atividade, sendo

assim, apresentaram-se a primeira aula com um conhecimento prévio sobre o assunto.

Dando sequência às atividades, foi aplicado um pré-teste que se encontra no apêndice 1, composto de 10 questões de múltipla escolha contendo apenas uma das alternativas corretas, para as três séries envolvidas neste trabalho. São duas 2^a séries do ensino médio no período da manhã e uma no período da tarde.

Na turma do período da tarde após o pré-teste, foi aplicado a metodologia ativa rotação por estações de aprendizagem, cujo desenvolvimento e dados estão apresentados e analisados no decorrer do capítulo de Resultados e Discussões desta dissertação.

Após todo o trabalho desenvolvido com os alunos, tanto a turma da tarde, com a rotação por estações de aprendizagem com as 2^a séries do turno da manhã passaram por um momento de pós-teste. Onde foi aplicado o mesmo questionário inicial do pré-teste.

A justificativa desta escolha e divisão de trabalhos relatarei no capítulo Resultados e Discussões, juntamente com a análise dos dados coletados.

3. 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 sendo 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 texto.

3.1 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 1, 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, P. G., 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.

3.2 Convecção

Tomemos como conceito de convecção a transferência de calor por transporte do próprio meio material. Esta propriedade térmica é responsável pelas grandes correntes 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), é 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 por exemplo, tem papel importante na determinação do clima do planeta e nas mudanças climáticas diárias. Enormes transferência de energia ocorrem dentro dos oceanos. 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.

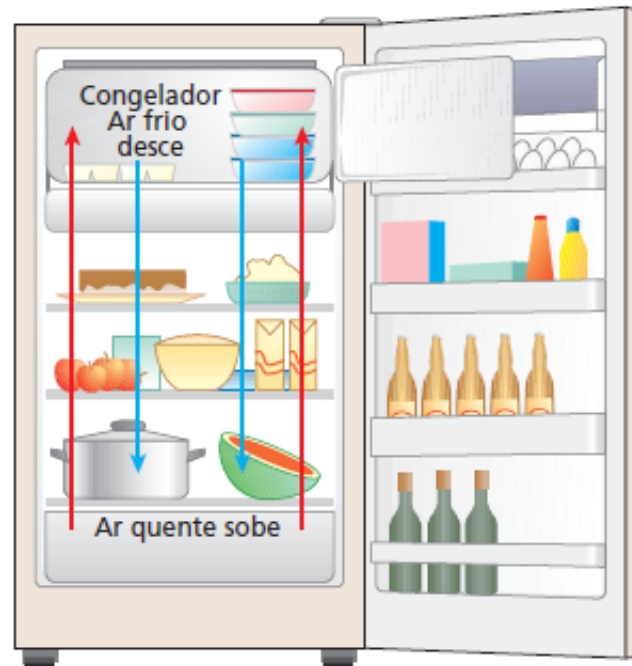


Fonte: Hewitt, P. G., 2015

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.

3.3 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, nas a 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 4 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.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Num mestrado profissional, de acordo com Moreira (2004), um trabalho de conclusão de curso deve ser o resultado de uma pesquisa

[...] aplicada, descrevendo o desenvolvimento de processos ou produtos de natureza educacional, visando a melhoria do ensino na área específica, sugerindo-se fortemente que, em forma e conteúdo, este trabalho se constitua em material que possa ser utilizado por outros profissionais. (Moreira, 2004)

Na discussão a seguir, além de fazer conexão com o referencial bibliográfico, também será levado em conta a experiência de 22 anos em sala de aula da autora. Antes de apresentar os resultados e discussões, precisamos entender o contexto da escolha da turma que recebeu a aplicação do produto educacional.

Pensando em resultados mais efetivos e satisfatórios, a escolha lógica seria as turmas do período matutino, que possuíam alunos com características mais parecidas no conhecimento e interesse em aprender. De modo geral, essas turmas não apresentavam déficits de aprendizagem acentuados e não há aluno algum com avaliação por laudo ou necessidade de professor acompanhante individual.

Entretanto, pela minha caminhada e experiência profissional de mais de duas décadas em sala de aula, decidi optar pelo desafio maior. A turma escolhida foi a do período vespertino. Com a tentativa de ajudar o maior número de alunos possíveis, pois esta turma, embora com número menor de alunos em comparação com as turmas do matutino, possui muitos alunos com dificuldades de aprendizagem e há quatro deles que apresentam laudo.

Um deles possui Professor de Apoio a Comunicação Alternativa – PAC, já aprovado pela SEED – Secretaria de Estado de Educação do Estado do Paraná e trabalhando efetivamente ao seu lado. Enquanto outro, há época da aplicação do produto educacional, em processo de aprovação de Professor de Apoio Educacional Especializado - PAEE. Ou seja, ainda somente com o apoio do professor regente durante as aulas. E além disso, havia outros dois alunos com laudo de déficit de aprendizagem, sem acompanhamento extra especializado.

Vale a pena indicar aqui que, o aluno que necessita de PAC é bem comprometido em sua capacidade de entendimento. O aluno não lê e somente transcreve as letras em caixa alta, sem compreender seus significados. A exemplificar, este aluno não identifica os dias da semana e não reconhece o dinheiro. Ao passo

que, o aluno que necessita de PAEE é autista com nível 1 de comprometimento. E vale destacar ainda que, os outros dois alunos possuem grande déficit de aprendizagem, sendo que um deles também possui vulnerabilidade social.

Pensando nesses educandos com um olhar diferenciado, e como afirma Moran (2019), essa metodologia proporciona com que o docente acompanhe os estudantes mais de perto e possa exercer maior atenção para àqueles que necessitam de auxílio extra.

Diante de tudo isso e, não somente examinando se este produto educacional teria o sucesso esperado quando foi idealizado, não levando em conta somente o percentual de acertos a mais ou a menos de cada questão, devemos analisar o todo de cada conquista.

Portanto, para iniciar o trabalho de aplicação do produto educacional, os alunos, a pedido da professora, realizaram uma pesquisa bibliográfica e escrita sobre o assunto proposto – processos de transmissão de calor: condução, convecção e irradiação - para entregar. Assim, ao iniciar a aplicação em sala de aula, os alunos já possuíam um conhecimento prévio sobre o conteúdo. Podendo assim, na sequência utilizarem-se desses subsunçores na aquisição de novos conhecimentos, premissa da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1960) e fator que se demonstrou muito importante para muitos educandos.

A pesquisa prévia foi realizada tanto com a turma selecionada para aplicação da metodologia ativa: rotação por estações de aprendizagem, turma do período vespertino, bem como aos demais alunos que seguiram com o aprendizado por meio do método tradicional de ensino, turmas do matutino. Esta pesquisa foi importante pois, à medida que o educando aprende, ocorre uma diferenciação e organização no entendimento dos novos conhecimentos, juntamente com a integração dos já vigentes, justificando a aprendizagem (Moreira, 2011). Destacamos aqui que a pesquisa prévia consiste na primeira etapa do produto educacional.

A fim de verificar o nível de aprofundamento da pesquisa realizada pelos alunos e, a fim de auxiliar na aplicação do produto educacional proposto neste trabalho, e também para se alcançar uma aprendizagem significativa, elaborou-se um questionário. O questionário aplicado encontra-se no Apêndice 1, e foi aplicado como pré e pós-teste.

O pré-teste foi aplicado em três turmas de 2ª série do ensino médio de uma escola pública do Sudoeste do Estado do Paraná. O conteúdo abordado foi de

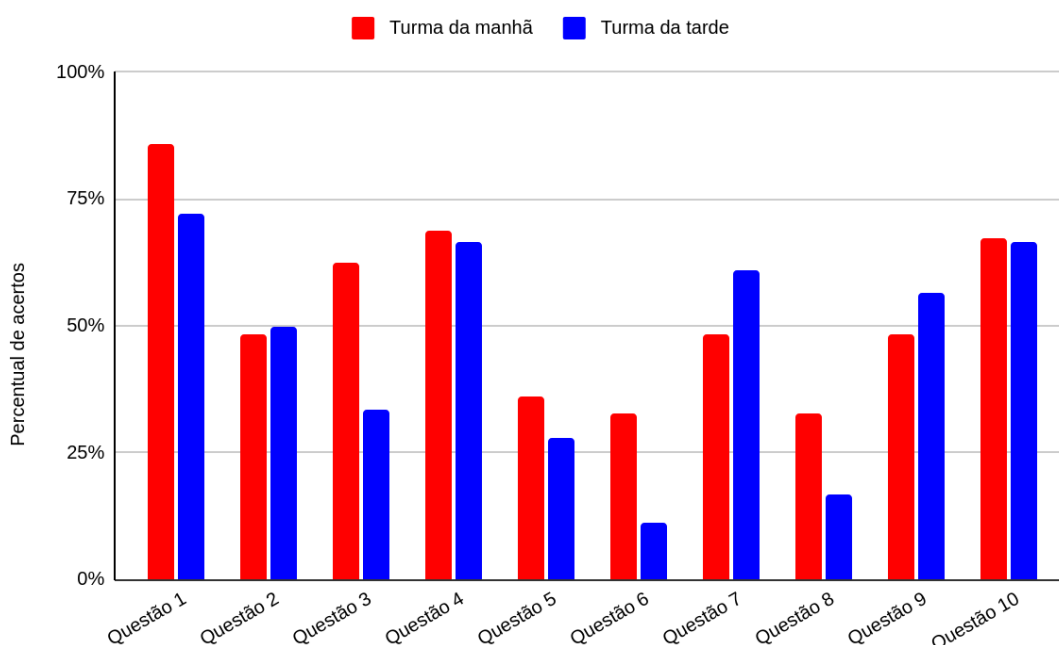
Termodinâmica – Processos de Transmissão de Calor: Condução, Convecção e Irradiação, o mesmo solicitado para a pesquisa bibliográfica realizada extraclasse.

Esta atividade continha 10 questões de múltipla escolha, contendo apenas uma alternativa correta. A aplicação do questionário tinha como objetivo coletar dados e testar os conhecimentos já trazidos pelos alunos, bem como os adquiridos com a pesquisa prévia, para na sequência nortear o trabalho a ser desenvolvido pela professora.

O pré-teste nas turmas do período da manhã foi aplicado a 64 alunos. Na aula de aplicação do pré-teste na série do período da tarde, estavam presentes 18 alunos. Para fins de apresentação dos resultados, as turmas da manhã foram consideradas como turma única, uma vez que a metodologia de ensino aplicada em ambas foi a mesma.

O tempo estimado para a realização desta atividade foi de 20 minutos. Feita a conferência e o resultado do pré-teste, nas turmas do período matutino e vespertino, ficou assim distribuído o número de acertos.

Gráfico 1 - Resultado do pré-teste aplicado nas turmas dos períodos matutino e vespertino



Fonte: Autoria própria (2023)

Analisando os dados apresentados no Gráfico 1, podemos perceber que no pré-teste aplicado os alunos do período da manhã se destacaram em um maior número de questões, sendo elas: 1, 3, 4, 5, 6, 8 e 10. Fato que corroborou a decisão

de aplicação do produto educacional na turma do período da tarde. Pois, estes careciam de novas metodologias educacionais, a fim de estimular uma melhoria da sua apropriação ao conteúdo.

Explorando separadamente as questões com menor número de acertos no pré-teste da turma do período vespertino, que foram as de número 3 com 33% de acertos, questão 5 com 28 % de acertos, questão 6 com 11 % de acertos e questão 8 com 17 % de acertos e, tomando neste momento o enunciado e resposta, das duas questões com menor percentual de acertos, verificaremos possíveis pontos para os alunos não terem acertado.

A questão 6 abordou o contexto acerca de um ventilador de teto, fixado acima de uma lâmpada incandescente, apesar de desligado, gira lentamente algum tempo após a lâmpada estar acesa. Sabemos que esse fenômeno é devido à convecção do ar aquecido.

Ao responder essa questão o aluno deve ter em mente que o ar próximo à lâmpada se aquece, torna-se menos denso, e se eleva, transportando o calor cedido pela luz. No momento em que as massas de ar se movimentam, elas colidem com as hélices do ventilador e fazem com que estas girem lentamente, observando assim o processo de transmissão de calor chamado de convecção.

Utilizando o ventilador de teto como referência, muitos não lograram êxito em suas respostas, seja por não o possuírem em suas casas e, portanto, não conhecerem o equipamento, ou por não visualizarem mentalmente a situação. E possivelmente também, porque durante sua pesquisa bibliográfica não terem encontrado texto algum que os fizesse relacionar a este tópico abordado.

Outro fato a ser observado foi a questão 8, que nos apresenta que nos líquidos, o calor se propaga por convecção. O estudante deveria, seja pela pesquisa prévia realizada ou pelo conhecimento preexistente, lembrar que a convecção é uma forma de transferência de calor que acontece somente em fluidos. Isto é, nos líquidos, gases e vapores, uma vez que há movimentação das partículas diferentemente aquecidas no interior do meio, não podendo ocorrer nos sólidos.

Analisando as questões 3 e 5, também podemos perceber uma dificuldade maior com as respostas que envolviam o processo de transmissão de calor por condução, pois a pergunta número 3 abordava que a transmissão de calor por condução só é possível nos meios materiais e a questão número 5 em que aludiu

sobre em um planeta completamente desprovido de fluidos, apenas pode ocorrer propagação de calor por condução e irradiação.

Feita essa análise das questões com menor número de acertos no pré-teste com a turma da tarde, ficou evidente que seria necessária uma atenção maior com o processo de transmissão de calor por condução e convecção durante a explanação em sala e aplicação do produto educacional.

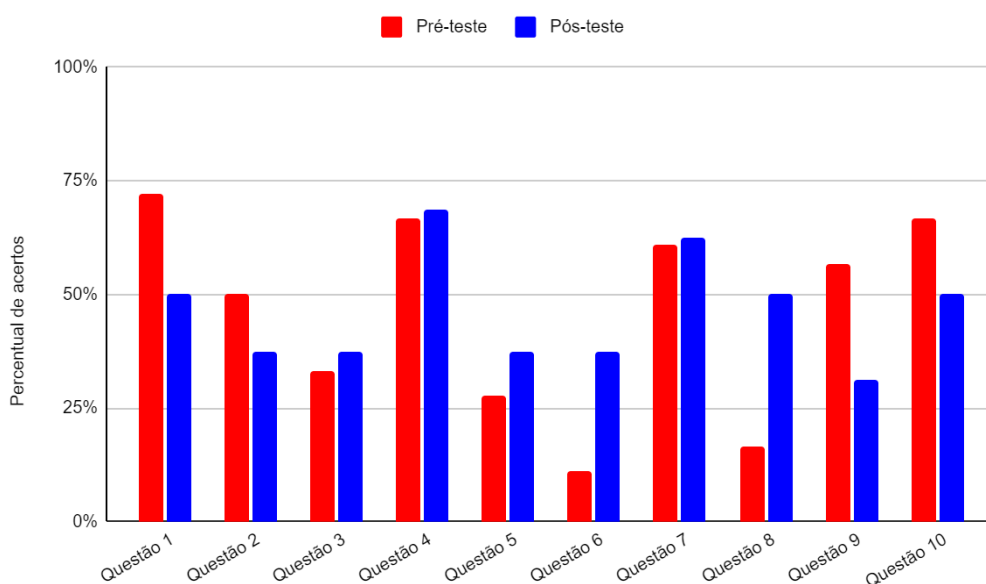
Após a aplicação do pré-teste, partimos para a aplicação presencial do produto educacional na turma do período vespertino e, exposição do conteúdo com aula expositiva e dialogada, conjuntamente com a apresentação de um vídeo², com a turma do período matutino. A seguir apresentamos os dados comparativos entre pré e pós-teste na turma do período vespertino.

Na turma do período vespertino, em que haviam 20 alunos matriculados, estiveram presentes 15 alunos na aula de aplicação do produto. Dentre esses, os quatro com laudo, sendo eles os avaliados com déficit de aprendizagem e os que necessitam de acompanhamento especial.

Precisamos neste momento destacar um fato observado com um pouco de tristeza. Os alunos da turma que receberia a aplicação da atividade por meio da metodologia de rotação por estações, após todo o processo inicial já relatado, foram avisados que na próxima aula seria efetivamente aplicado uma atividade diferenciada com a turma deles. Foi solicitado que se possível todos comparecessem, pois seria importante para o seu aprendizado. Para minha surpresa, na tarde da aplicação e sendo uma turma já com reduzido número de alunos, cinco deles faltaram sem justificativa aparente alguma, pois naquela tarde não teve intempéries climáticas ou outros empecilhos ou justificativas que os impedissem de comparecer ao colégio.

Gráfico 2 – Resultado do pré e pós-teste aplicado na turma do período vespertino

² Link para acesso ao vídeo assistido pela turma do período da manhã.
<https://youtu.be/V20k3DTufpE>



Fonte: Autoria própria (2023)

Efetuada todo o trabalho de aplicação do produto, com a metodologia ativa rotação por estações, discussões e exemplos, o Gráfico 2 como demonstrativo do pré e pós-teste da turma da tarde, trouxe uma grata surpresa. Houve significativa melhora no número de acertos na questão 6, aumentando de 11 % para 38 % dos alunos envolvidos. Enquanto na questão 8 teve o percentual de acertos elevado de 17 % para 50%.

Cabe ainda destacar que, outras quatro questões obtiveram aumento no percentual de acertos, sendo elas as questões 3, 4, 5 e 7. Indicando assim 60% de melhora no processo de aprendizagem dos alunos.

Estas questões abordavam, por exemplo, na pergunta 3, que a transmissão de calor por condução só é possível nos meios materiais. E que, para o aluno responder corretamente, deveria associar através dos conhecimentos trazidos pela pesquisa bibliográfica e pela rotação nas estações, que no processo de transmissão de calor por condução, ocorre uma transferência de calor, por meio da agitação térmica de partículas, de uma região de maior temperatura para outra de menor temperatura. E isso só é possível em meios materiais.

Outra questão que demonstrou expressivo percentual de crescimento, com um aumento superior a 10% do pré-teste para o pós-teste, foi a pergunta 5, em que abordou sobre em um planeta completamente desprovido de fluidos, apenas pode ocorrer propagação de calor por condução e irradiação. Para assinalar a alternativa

correta desta questão, o aluno deveria associar alguns conhecimentos sobre os processos de transmissão de calor vistos na estação 1 da metodologia rotação por estações. Estação esta que mostra que a condução só ocorre em meios materiais (podendo ser fluídos ou sólidos). E que a irradiação é um processo de transferência de calor que ocorre por meio de ondas eletromagnéticas, em todos os meios materiais e que para a ocorrência da convecção é necessário ter um fluido existente.

Com pequena diferença positiva, mas não menos importante, foi a questão número 7 que nos informa sobre o funcionamento de uma lareira que aquece uma sala por irradiação e convecção. E assim, após os estudos realizados, o aluno precisa ter em mente que ocorrerá dois processos neste fenômeno: irradiação em que as ondas eletromagnéticas se propagarão da lareira pela sala e o processo de convecção. O chama da lareira aquecerá o ar mais próximo ao chão que, por conseguinte, ao ser aquecido aumentará de volume, diminuirá sua densidade e subirá. Ao esfriar, o ar diminui seu volume, aumenta sua densidade e desce para ser aquecido novamente, e o ciclo continua.

Porém, nem todas as questões tiveram aumento no número de acertos. As questões 1, 2, 9 e 10 apresentaram redução em percentual do número de acertos. Podemos destacar aqui a pergunta número 1 com uma redução de mais de 22 %, a questão 2 com redução de 12 %, a questão 9 com diminuição de 25 % e a questão 10 com 17 % de diferença do pré para o pós-teste. Considerando os alunos faltantes, podemos apresentar uma possível justificativa dessa redução, pois se tratavam de alunos sem a indicação de problemas de aprendizagem e sem laudo.

Analisando por outro viés, outra possível interpretação para essa redução é o fato de que essas questões são consideradas de nível médio para fácil. E, pelo conhecimento de sala de aula, os alunos muitas vezes por julgarem que tinham realizado a pesquisa, respondido o pré-teste, e participado da aplicação do produto educacional, já estavam 'sabidos' no assunto. Sendo assim, no momento da resposta ao questionário não deram a devida atenção e importância. Levando assim, a indicar a resposta rapidamente e sem o devido comprometimento. Situação típica da idade e que costuma ocorrer em outras ocasiões do dia a dia escolar. Fato que pode justificar que o aluno não desaprendeu o conteúdo, simplesmente não aplicou todo o seu potencial nas tentativas de acerto.

Tomando para análise a questão 1 que nos fala de 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 de condução, e os alunos que não responderam de forma adequada essa questão poderiam ter associado com a passagem pela estação 3. Nesta estação havia a experiência de condução de calor através de um metal. Momento em que se esperava que o aluno assimilasse o conceito de condução térmica, que é o processo de propagação de calor no qual a energia térmica passa de partícula para partícula de um meio, fazendo assim com que o meio “metal” da colher aquecesse em toda a sua extensão. Além disso, este fenômeno ocorre com frequência no dia a dia de nossas casas e está próximo da realidade do educando.

Continuando com a análise no que diz respeito a questão 2, em que indagava sobre o processo de transmissão de calor e, para responder essa pergunta, o aluno deve saber que o processo de transmissão de calor ocorre sempre de uma região de maior temperatura para outra de menor temperatura. E, analisando os possíveis motivos de erro por parte dos educandos, essa interpretação fica falha, pois por erro sensorial, fica a percepção que é a região com menor temperatura que ‘passa o frio’ para as regiões ao seu redor.

E no mesmo sentido desse raciocínio, podemos analisar a questão 10, a qual também estava relacionada ao fato de que o calor ser transmitido naturalmente de um corpo para outro devido à diferença de temperatura entre eles. Do mesmo modo como na questão de número 2, em que o aluno deveria ter conhecimento de que o calor se propaga de um corpo para outro quando há diferença de temperatura entre eles. Da mesma forma que, essa troca continua até que atinjam o equilíbrio térmico, ou seja, quando os dois corpos estiverem com a mesma temperatura, entende-se que ficou falho esse conceito.

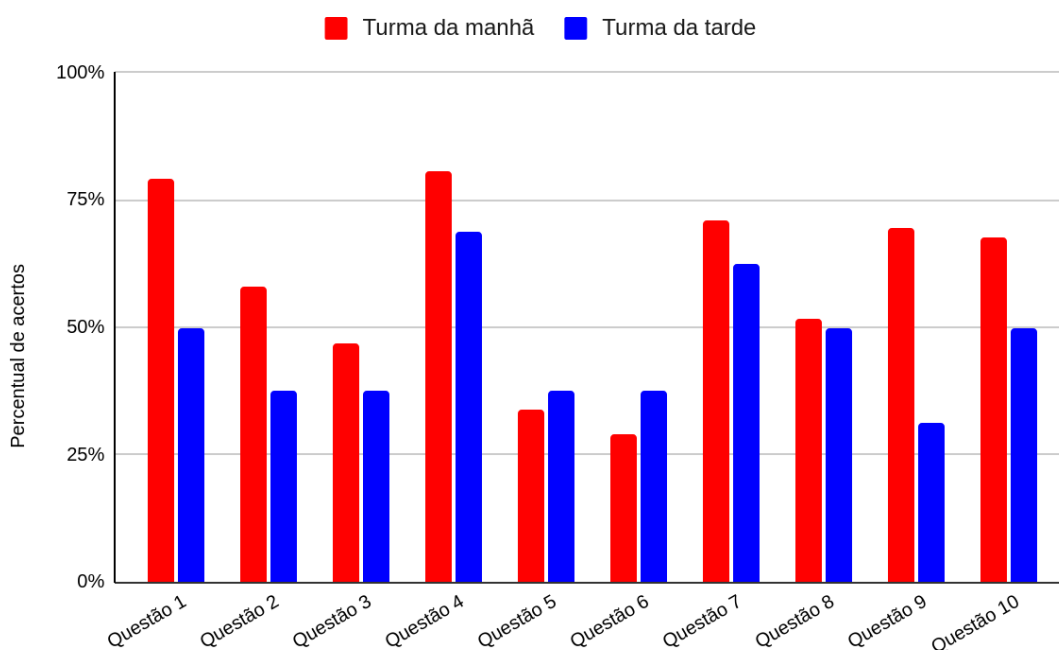
E por fim, uma análise a pergunta de número 9, que contextualiza que um cobertor de lã tem por função reduzir a transferência de calor do corpo para o exterior. Para responder esta questão, o aluno deve recordar que a função do cobertor é evitar que ocorra troca de calor entre nós e o meio, agindo como um isolante térmico, fato tão comum no seu dia a dia. Entendendo que, na euforia de finalizar a atividade, podendo assim ficar mais tempo ocioso, os alunos responderam de forma displicente e sem atenção necessária.

Recordando o fato de que houve 25% dos alunos ausentes no dia da aplicação do produto, e mais uma vez usando dos anos de experiência em sala de aula, é possível concluir que nem todas as turmas estão preparadas para receber uma

aula diferenciada. E, com isso podemos reiterar as ideias de Ausubel; Novak; Hanesian (1980) de que para aprender significativamente ou mecanicamente o aluno precisa estar disposto a fazê-lo, ou seja, não conseguimos ensinar quem não está disposto a aprender.

A seguir vamos fazer um comparativo entre as turmas que tiveram o conteúdo por meio da atividade de rotação por estação, com a turma que teve uma aula mais tradicional, com aula expositiva-dialogada e apresentação de vídeo. Vamos analisar o grupo de alunos do período matutino, pois como podemos observar no Gráfico 3, estes alunos se destacaram em 8 das 10 questões, quando comparados com a turma da tarde. Uma vez corroborando com o motivo da não escolha da turma do matutino para aplicação da atividade de rotação por estação.

Destacamos a questão de número 4, pois teve mais de 80 % de acertos por parte dos alunos da manhã. A questão abordava que a Terra recebe energia do Sol graças a irradiação do calor. Para que o aluno respondesse essa questão, é necessário que ele recorde que para a Terra ao ser aquecida ocorre o processo de transmissão calor por meio de irradiação. Ou seja, ondas eletromagnéticas que podem propagar-se no vácuo deslocam-se do Sol até nosso planeta. A pontuação obtida pela turma foi bastante significativa. Destacamos aqui que, uma vez que a docente da turma conhece o perfil dos alunos, e sabe que são alunos que leem bastante assuntos diversos e possuem maior facilidade de acesso à informações.



Fonte: Autoria própria (2023)

Embora sejam duas turmas numerosas, com 35 alunos de média, estes são alunos mais dedicados e que estavam habituados com a metodologia de ensino utilizada. Ainda que, neste conteúdo em específico o tema foi abordado de modo um pouco diferente do habitual. A turma que não teve contato com o objeto deste estudo, metodologia de rotação por estação, teve acesso a um vídeo explicativo – o mesmo utilizado na estação 1 - no final da explanação sobre o conteúdo de processos de transmissão de calor. Mostrando assim, que essa aula não foi completamente tradicional e que, qualquer metodologia agregada a comumente utilizada faz diferença quando os alunos possuem interesse.

E, sabendo que o processo de aprendizagem é único e diferenciado para cada indivíduo, precisamos entender que as metodologias ativas ajudam a redefinir as formas de ensinar e aprender e que estas estão associadas a diferentes imagens de participação e mudanças culturais que envolvem recursos físicos e humanos (Berbel, 2011).

Assim, outro fato que deve ser levado em consideração, é que as turmas possuem perfis diferentes, não podendo haver recriminação pelo fato da turma de manhã ter alcançado resultados melhores. Cada aluno possui seus modos e facilidades ou dificuldades de aprendizagem.

Porém, isso não tirou o sucesso geral da aplicação. Pois mesmo não tendo evolução em todas as questões, observamos que os alunos evoluíram em experiência educacional e de vida. Foram apresentados a uma nova metodologia de ensino, que muitos não conheciam, e que, quando questionados se estariam dispostos a novas atividades semelhantes a esta, quase por unanimidade relataram que sim.

Confirmando a afirmação acima, podemos destacar que as metodologias ativas surgiram da necessidade crescente de mudar o método tradicional de ensino, cujo foco principal que era baseado no docente para o estudante, que passou a ocupar o centro das ações pedagógicas/educativas e o conhecimento passou a ser construído de forma colaborativa (Moreira, 2004).

E ainda nesse sentido, para que a aprendizagem ocorra, ela deve partir de uma situação ligada a realidade do aluno. Outro fator importante é o trabalho em equipe, discussões, argumentações e troca de experiências (Freire, 1996).

Confirmando assim, a escolha de trabalhar com a turma com mais dificuldade de aprendizagem. Por isso, não podemos comparar as turmas entre si, pois são educandos com perfis diferentes. Salientando ainda que, a turma da tarde possui alunos com grau de dificuldade de aprendizagem maiores, poder-se-ia presumir que as turmas do período matutino atingiriam maior sucesso. Pensando como uma ação social, procurou-se mostrar metodologias diferenciadas àqueles que normalmente não aprendem com as metodologias tradicionais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve como foco a aplicação da metodologia ativa rotação por estação nas aulas da disciplina de Física. O público alvo foram alunos da 2ª série do Ensino Médio de um colégio público da zona urbana de um município situado no Sudoeste do Estado do Paraná.

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

Para iniciar o trabalho de aplicação do produto educacional, os alunos, a pedido da professora, realizaram uma pesquisa bibliográfica e escrita sobre o assunto proposto – processos de transmissão de calor: condução, convecção e irradiação - para entregar. Assim, ao iniciar a aplicação em sala de aula, os alunos já possuíam um conhecimento prévio sobre o conteúdo. Podendo assim, na sequência utilizarem-se desses subsunçores na aquisição de novos conhecimentos.

O tempo estimado para a realização desta metodologia foi 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.

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 20 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, para que métodos mais tradicionais sejam completados a partir de vivências anteriores.

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 de metodologias ativas para professores, buscando auxiliar no árduo processo de ensinar, assim como aplicar esta metodologia a outros conteúdos de Física.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional: Uma Visão Cognitiva**. 2. ed. Nova York; Holt, Rinechart and Wiston, 1978.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Trad. de Eva Nick et al. Rio: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D P. **Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva**. Barcelona: Padiós, 2002.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. (Original: The acquisition and retention of knowledge. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000).

BACICH L., TANZI NETO A. 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.

BERBEL, N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes**. Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BERGMANN, J., SAMS, A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. LTC, 2016.

BORGES, V. S. **Rotação por Estações de Aprendizagem: Possibilidades e Desafios na Pré-Escola**. Uberlândia 2021.

CHRISTENSEN, C.; HORN, M. e STAKER, H. **Ensino Híbrido: uma Inovação Disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos**. Maio de 2013. <https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/ensino-hibridouma-inovacao-disruptiva.pdf>. 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.

FILHO, R. N. da S. C. **Construção de experimento no período pandêmico para aulas de Física no Programa Ensinar**. 1ª Edição. Centro de Educação, Ciências Exatas e Naturais (CECEN) - Campus São Luís. 2021.

FLEMING, N. D.; MILLS, C. C. **Not Another Inventory, Rather a Catalyst for Reflection**. ToImprove the Academy, 1992.

- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** (Coleção Leitura). São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** São Paulo: Paz e Terra, 2009.
- GUIMARÃES, D. S. e JUNQUEIRA, S. M. da S. **Rotação por estações no trabalho com equações do 2º grau: uma experiência na perspectiva do ensino híbrido.** Educação Matemática e Pesquisa, São Paulo, v. 22, n. 1 p. 708-730, 2020.
- 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.
- HORN, M. B. e STAKER, H. **Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação.** Porto Alegre: Penso, 2015
- LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora? – novas exigências educacionais e profissão docente.** São Paulo: Cortez, 1998.
- MOREIRA, M. A. MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel.** 2ª edição. São Paulo - Centauro Editora. 2006.
- MORAN, J. M. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá.** 5. ed. Campinas: Papirus, 2015. _____. Educação Humanista Inovadora.
- MORAN, J. **Metodologias ativas de bolso: como alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda.** São Paulo: Editora do Brasil, 2019.
- MOREIRA, M. A. **O mestrado profissional em ensino.** Revista Brasileira de Pós-graduação, Brasília, v 1, n 1, p. 131-142, jul. 2004.
- MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa: a teoria e texto complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa.** 2. ed. revisada. Porto Alegre, RS, 2016.
- PIRES, C. de L.; JÚNIOR, P. M. R. M.; MAIA, S. M. A. S.; GERBI, M. E. M. de M.; SILVA, L. B.; ANJOS, H. A. **Avaliação do modelo “Rotação por estações” como método ativo de ensino aprendizagem aplicado ao ensino da endodontia.** Research, Society and Development, v. 11, n. 2, 2022.
- SOUSA, C. O.; SILVANO, A. M. da C.; LIMA, I. P. de. **Teoria da Aprendizagem Significativa na Prática Docente.** Revista Espacius. Volume 39. Nº 23. Ano 2018.
- SOUZA, P. R.; ANDRADE, M. C. F. **Modelos de Rotação do Ensino Híbrido: Estações de trabalho e Sala de Aula Invertida.** E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 3-16, 2016.

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

VASCONCELLOS, M. M. M.; BERBEL, N. A. N.; OLIVEIRA, C. C. **Formação de professores: o desafio de integrar estágio com ensino e pesquisa na graduação.** Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Brasília, v. 90, n. 226, p. 609-623, set./dez. 2009.

VALENTE, J. A. **Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida.** Educar em Revista, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4/2014, p. 79-97. Editora UFPR. 2014

APÊNDICE 1 – PRODUTO EDUCACIONAL



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 correntes 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 transferências 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

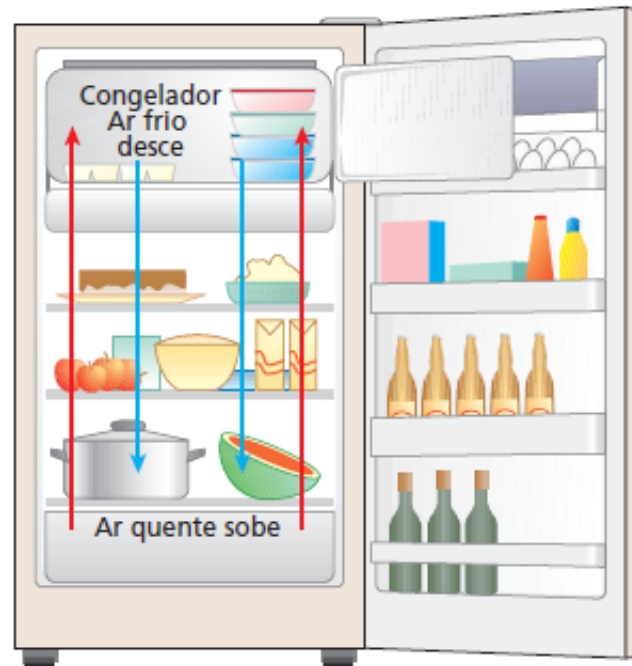


Fonte: Hewitt, 2015

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: _____

<p>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:</p> <p>a) agitação; b) condução; c) irradiação; d) convecção.</p> <p>2. A transmissão de calor ocorre sempre:</p> <p>a) no vácuo; b) entre dois sólidos; c) no sentido dos corpos de menor temperatura; d) no sentido dos corpos de maior temperatura.</p> <p>3. A transmissão de calor por condução só é possível:</p> <p>a) nos sólidos; b) nos líquidos; c) no vácuo; d) nos meios materiais.</p> <p>4. A Terra recebe energia do Sol graças a:</p> <p>a) condução do calor; b) convecção de energia térmica; c) reflexão do calor; d) irradiação do calor.</p> <p>5. Num planeta completamente desprovido de fluidos apenas pode ocorrer propagação de calor por:</p> <p>a) convecção e condução; b) convecção e irradiação; c) condução e irradiação; d) irradiação.</p>	<p>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:</p> <p>a) convecção do ar aquecido; b) condução da luz e do calor; c) radiação da luz e do calor; d) reflexão da luz.</p> <p>7. Uma lareira aquece uma sala:</p> <p>a) por irradiação e convecção; b) exclusivamente por convecção; c) principalmente por condução; d) exclusivamente por condução.</p> <p>8. Nos líquidos, o calor se propaga por:</p> <p>a) condução interna; b) convecção; c) condução externa; d) irradiação.</p> <p>9. Um cobertor de lã tem por função:</p> <p>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.</p> <p>10. O fato de o calor passar naturalmente de um corpo para outro deve-se:</p> <p>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.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Gabarito: **1b; 2c; 3d; 4d; 5c; 6a; 7a; 8b; 9c; 10b.**

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 utilizadas, 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 Flúidos, 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.

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.

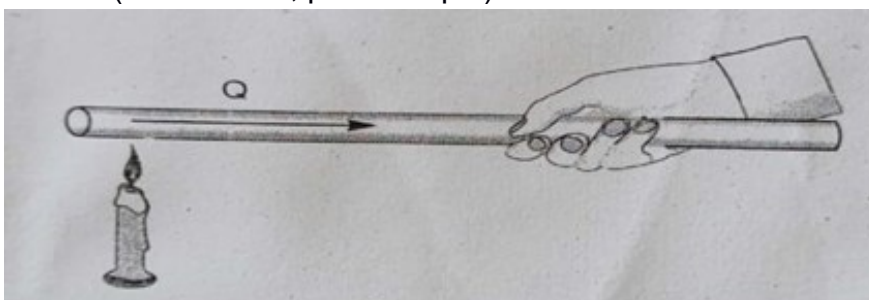
Na natureza, dependendo do meio por onde se propaga, o calor pode ser transferido de três maneiras diferentes:

- 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:

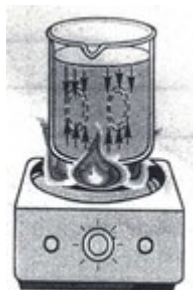
A condução é a transferência de calor, molécula a molécula, através de colisões entre elas, sem que haja transporte de matéria.

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 seção 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.

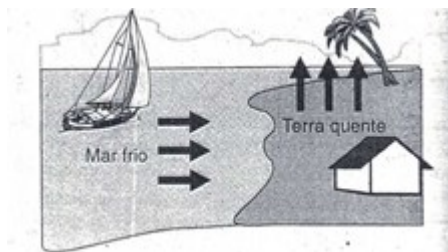
A convecção não ocorre no vácuo.

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

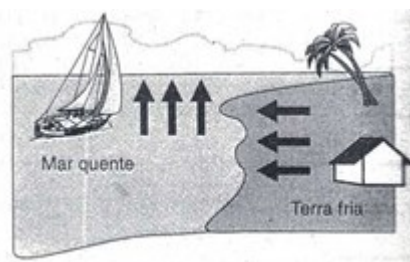
Em nossa vida diária e na técnica encontramos várias aplicações da convecção.

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)

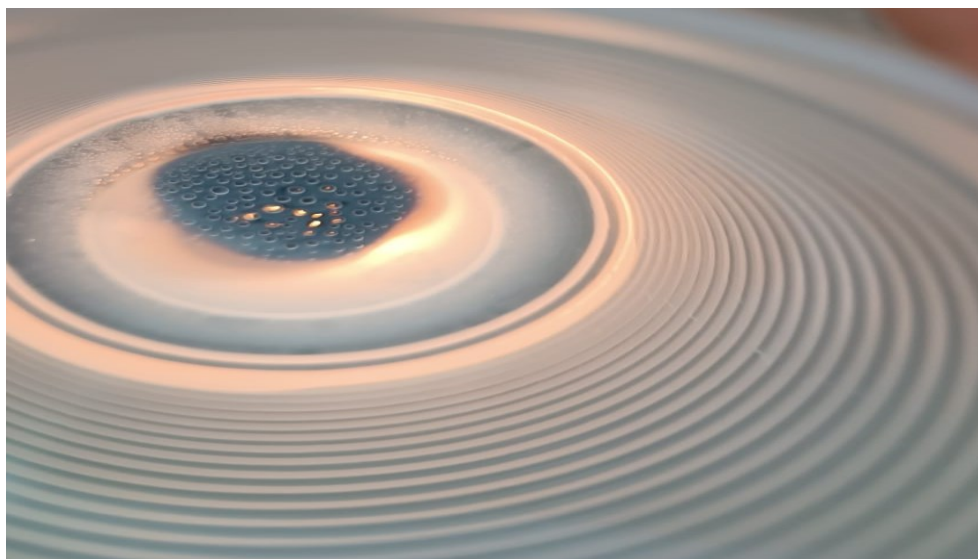
- O outro copo permanece vazio.
- Acenda vela e fixe-a com a própria parafina em um recipiente de vidro como mostrado na figura 1.1, para evitar acidentes e queda da mesma.
- Aproxime o copo contendo a água da chama da vela e deixe por aproximadamente 60 segundos ou mais e observe, conforme mostra a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

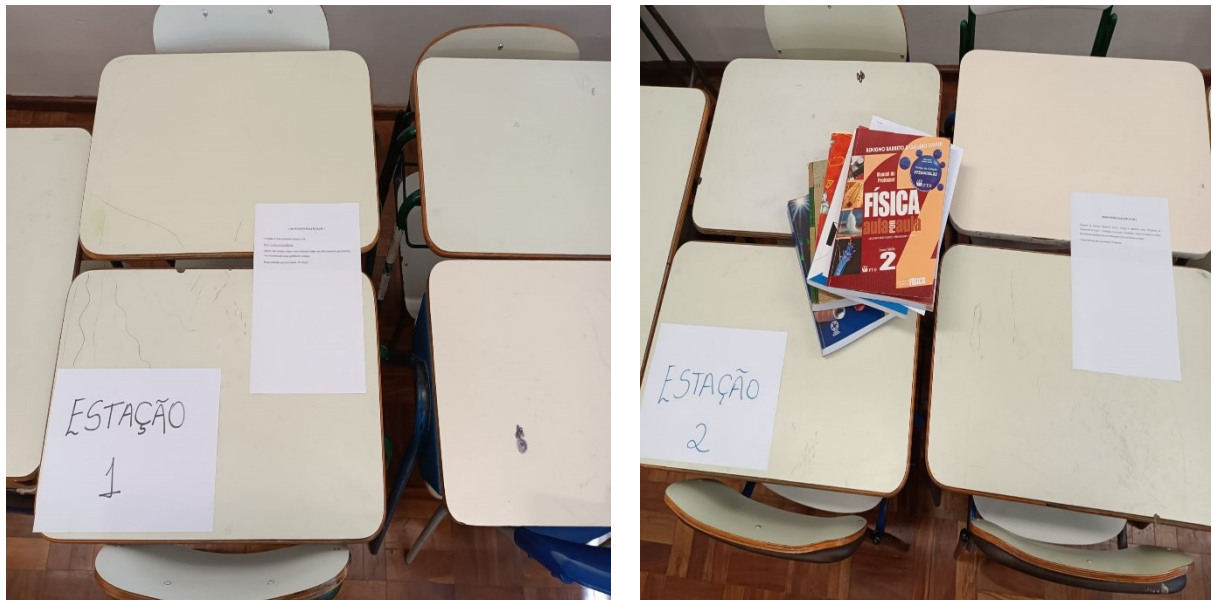
APÊNDICE 1 - FOTOS E REGISTROS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA: ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES DE APRENDIZAGEM

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



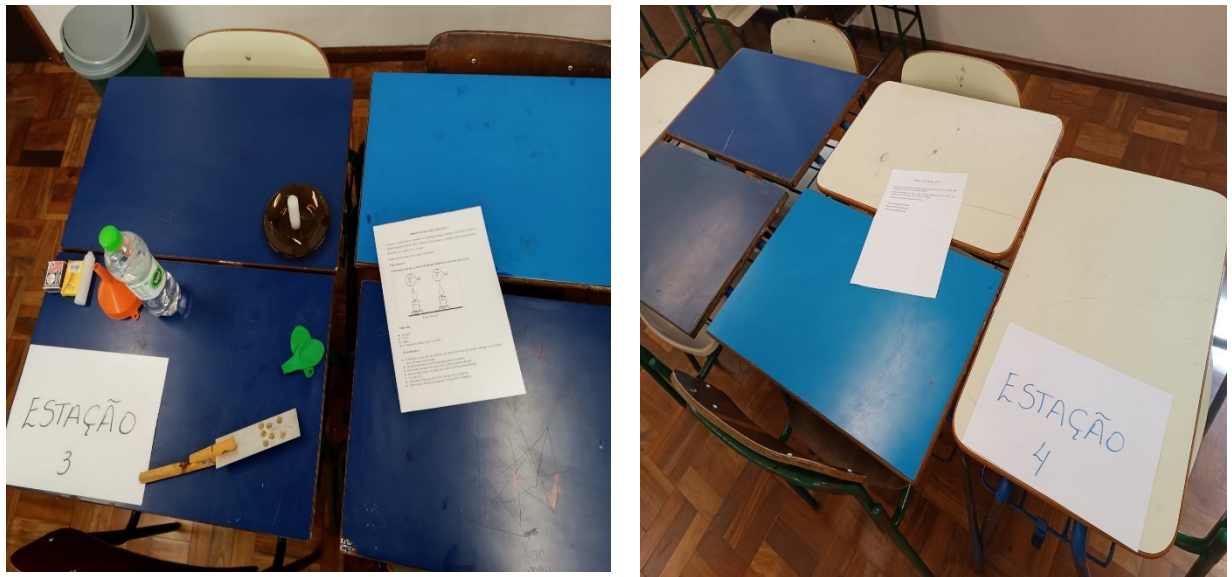
Fonte: Autoria própria (2022)

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



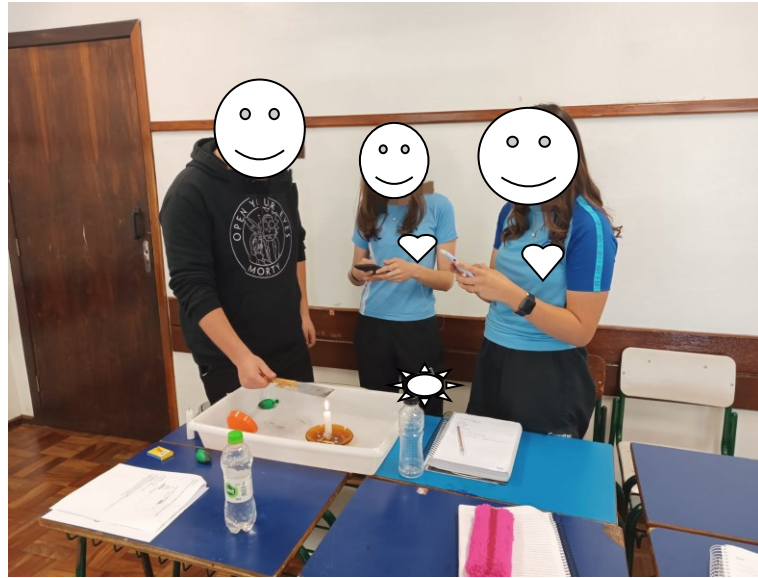
Fonte: Autoria própria (2022)

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.