

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PRODUTO EDUCACIONAL

Sequência Didática:

**Calor em sistemas naturais e artificiais com perspectivas
socioambientais explorando narrativas diversas**

**Antonio Vieira Domingues Junior
Rebeca Vilas Boas Cardoso de Oliveira**

São Paulo
2025



Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons
Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta
licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.





Produto Educacional apresentado como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, curso de mestrado profissional, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Paulo. Aprovado em banca de defesa de mestrado no dia 25 de Abril de 2025.



Autores



Antonio vieira Domingues Junior

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP); possui graduação em Licenciatura em Física pelo IFSP e, Qualificação Profissional em Eletromecânica de Manutenção pelo IFSP. Atualmente é professor titular de cargo de educação básica II na Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, com experiência na disciplina de Física.



Rebeca Vilas Boas Cardoso de Oliveira



Licenciada em Física pela Universidade de São Paulo (USP); Bacharela em Física pela USP; Mestra em Ensino de Ciências Modalidade Física pela USP; Doutora em Educação pela USP. Atualmente é professora titular do IFSP, com projetos de ensino, pesquisa e extensão, lidando principalmente com formação de professores e estrutura de conhecimento.

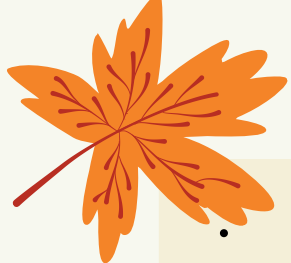




Sumário

- Apresentação
 - Introdução
 - A Sequência Didática
-
1. Um convite a leitura do Cosmos
 2. Por que a luz é tão importante para a floresta?
 3. Apresentação de seminário em grupo
 4. Calor, como entendê-lo em um filtro de barro?
 5. Montagem de um Termoscópio a gás
 6. Revisão dos processos de troca de calor
 7. Atividade de leitura, análise de uma canção: “Espelho do Tempo”
 8. Sugestões de atividade sobre calorimetria
-
- Avaliação da aprendizagem
 - Alguns resultados
 - Referenciais bibliográficos

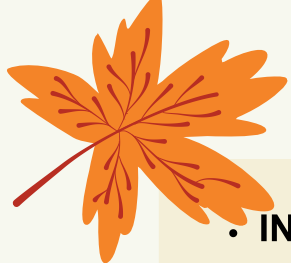




• Apresentação

Este Produto Educacional apresenta uma sequência didática elaborada e desenvolvida no âmbito de uma pesquisa* de um curso de mestrado profissional, realizada em uma Escola Estadual da região de Parelheiros, cidade de São Paulo. A pesquisa buscou estratégias de ensino que permitissem avaliar a aprendizagem em Física por meio de diferentes narrativas dos e das estudantes do segundo ano do ensino médio noturno. A pesquisa considerou o universo da comunidade escolar, o que exigiu práticas pedagógicas que valorizassem o processo de ensino-aprendizagem com a perspectiva de uma formação crítica e emancipatória no sentido do estudante ser o sujeito do saber, e também para que se apropriassem do conteúdo e do diálogo com seus e suas colegas e o professor. Ao relacionar um conteúdo específico de termodinâmica à temática ambiental, foi possível trabalhar nas aulas de Física uma proposta de educação conscientizadora e articulada à vivência social dos estudantes. As diferentes narrativas, usadas no desenvolvimento do conteúdo, permitiram que o estudante também participasse do processo explorando essas narrativas na forma de manifestar sua aprendizagem.

*DOMINGUES JR., A. V. **NARRATIVAS POSSÍVEIS DE UM APRENDIZADO EM CIÊNCIAS DA NATUREZA**: Calor em sistemas naturais e artificiais com perspectivas socioambientais. 2025. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2025.
Disponível em: <https://spo.ifsp.edu.br/component/content/article?id=4140>



• INTRODUÇÃO

Ao professor ou à professora estimamos que, diante de sua generosidade, seja possível desenvolver um trabalho pedagógico com suas e seus estudantes sem perda da esperança de que os saberes com a prática educativa se faz e se refaz também com os saberes dos estudantes ao se considerar as reais condições da educação escolar dos envolvidos com o processo de ensino e aprendizagem.

Esta sequência didática foi desenvolvida e trabalhada com vínculo nos conhecimentos científicos, particularmente buscando que o conteúdo específico de calor - fonte e processos de troca - se tornasse elo de diálogos ao trazer a perspectiva socioambiental como parte intrínseca do processo de ensino-aprendizagem. E, por isso, ao lidar com sistemas naturais e artificiais, esta proposta é flexível para adequações, pois você, professor ou professora, é quem melhor conhece suas e seus estudantes.

Com a perspectiva de uma educação progressista e emancipadora, o diálogo constitui-se a estratégia primordial no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, acreditamos mesmo que é necessário a uma escola que se permita incluir o estudante e a estudante, o professor e a professora e o conhecimento no contexto das vivências sociais. Nesse sentido, a educação escolar deve avançar com o diálogo para não tomá-lo apenas como instrumento condicionante de momentos de desenvolvimento de uma ou outra atividade pedagógica, o que se tornou nosso maior desafio.

Nesse sentido, foi desafiador buscar elementos nas diferentes narrativas dos estudantes e das estudantes, de forma a reconhecer/identificar as possíveis aprendizagens em Ciências da Natureza em seus dizeres e fazeres. Essa investigação exigiu reconhecer a importância dos registros e as diferentes formas com que os estudantes e as estudantes manifestam seu saber e, assim, identificar sua aprendizagem por meio de diversas produções na disciplina, exigindo um processo de contínuo reconhecimento e organização de dados que podem proporcionar novas investigações e propostas de organização do conhecimento escolar.





VEREDAS DO PROCESSO

À busca da promoção do diálogo mediado pelo conhecimento, consideramos também importante criar condições pedagógicas que favoreçam a ressignificação do conteúdo de estudos proposto, tornando-o relevante na vivência diária dos e entre os envolvidos. Assim, o diálogo se estabelece, mas também se fortalece ao permitir que a turma como um todo, professor(a) e estudantes, tenham voz mas também sejam ouvidos, pois reconhecem, na fala do outro, “algo” que vale a pena.

Os textos *Pedagogia da Autonomia*, de Paulo Freire (2019), e *A Formação Social da Mente*, de Lev Semenovitch Vigotski (2007), foram importantes para essa compreensão. O ponto de partida foi identificar no processo de ensino e aprendizagem a possibilidade da estudante e do estudante reconhecerem como objeto de valor os fenômenos da Natureza, em específico aqueles envolvem o tema calor como forma de energia em trânsito em sistemas naturais e artificiais, e, como efeito, reconhecer os fenômenos físicos estudados como objeto de valor da intervenção do homem no ecossistema.

Compreender que o conhecimento não pode ser transferido (Freire, 2019, p.25), exige investir no diálogo e na participação dos estudantes nas atividades pedagógicas, para além dos resultados das análises estatísticas das avaliações externas, e, principalmente, aprimorando a prática profissional docente ao vinculá-la com a realidade da escola, indicando um viés investigativa sobre esta prática.



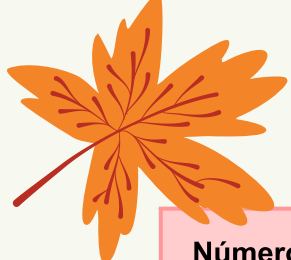


Assim organizou-se a sequência didática, quadros 1 e 2:

Quadro 1 – Estrutura da Sequência Didática trabalhada em aula

Número de aulas	Ações pedagógicas	Competências e habilidades
dez	Um convite à leitura de excerto adaptado do livro: <i>Cosmos</i> (Sagan, 2017, p.30 e 31)	leitura, discussões e realização de exercícios para reconhecer-se parte do cosmos e saber relacionar o tempo, a luz, a matéria e a vida
	Por que a luz é tão importante para as florestas? (exibição do documentário: <i>Amazônia Climática a floresta de hoje e do amanhã</i>)	identificar fenômenos térmicos e utilizá-los para compreender a formação da chuva bem como a problemática do extrativismo predatório
	Apresentações de seminários (atividade em grupo)	desenvolver trabalho e diálogo em grupo para compreender da temática socioambiental a relação do conceito de calor em condições climáticas
quatro	Calor, como entendê-lo em um filtro de barro? (atividade experimental)	compreender e descrever percepções em relação ao calor e temperatura em sistemas naturais/artificiais com a prática experimental
	Montagem de um termoscópio a gás (atividade experimental)	ler e interpretar um roteiro de atividade experimental, investigar a variação volumétrica resultante da troca de calor e elaborar relatório

Fonte: os autores.



Quadro 2 – Estrutura da Sequência Didática trabalhada em aula

Número de aulas	Ações pedagógicas	Competências e habilidades
seis	Revisão dos processos de troca de calor	leitura de texto* e <i>charge</i> , análise do conceito de calor como energia transferida de diferentes formas e situações
	Atividade de leitura, análise e audição de uma canção (<i>Espelho do Tempo</i> , compositor: André Abujamra)	desenvolvimento de escrita e desenho, reflexões e diálogos sobre a condição de existência humana acerca do conhecimento científico
	Análise e discussão compartilhadas sobre os conteúdos e conhecimentos sistematizados no desenvolvimento da sequência didática	construção conjunta da seta do tempo para compreender o conceito de entropia utilizando-se dos desenhos produzidos em aula

Fonte: os autores.

Com essa estrutura pode-se ter os primeiros passos previstos com início das 10 aulas. Sugerimos uma sistematização inicial de duas aulas, a depender do desempenho da turma, para uma abordagem qualitativa com envolvimento dos estudantes em discussões e registros na construção de argumentos sobre os processos de produção do calor. Exemplo de algumas das questões:

- 1) Quais as coisas ou fenômenos estão relacionados com o calor?
- 2) O que você entende sobre temperatura? (adaptado do GREF, p.22).

* Texto elaborado pelo professor pesquisador para revisão, que organizou o conteúdo trabalhado em aulas e considerações feitas pelos estudantes.





Quando possível, montagem dos grupos de apresentações de seminários e definição dos respectivos temas e datas. Esse diálogo pode ser o início de uma fissura que leva ao entendimento do calor como uma forma de energia que “transita” de um objeto com maior temperatura para outro com menor temperatura.

Nesse momento propomos uma situação na aula em que os estudantes tenham contato com objetos, gelo, ou sistemas em diferentes temperaturas para investigação do processo sobre as trocas de calor.

Como recurso de leitura, adaptamos textos e exercícios do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF, 2006), e do livro didático *Física em contexto* (Pietrocola *et al.*, 2016) para as atividades pedagógicas a serem realizadas nas aulas e para as quais o estudante deverá fazer registros dos conceitos físicos estudados nos processos de troca de calor por condução, convecção e irradiação, ler e interpretar os textos propostos com resoluções de exercícios, participar e compartilhar o saber.

Convidamos as estudantes e os estudantes à leitura do texto “As margens do oceano cósmico”, adaptado do livro *Cosmos*, de Carl Sagan (2017). Com essa ideia, ao longo da leitura e análise compartilhadas, a estudante e o estudante identificaram-se com a atividade e, puderam reconhecer os elementos de valor em Física ao refletir e construir argumentos que relacionam o Cosmos, a luz e a vida no Planeta Terra.

Em seguida, abordamos a influência da Floresta Amazônica no clima com a exibição do documentário *Amazônia Climática a floresta de hoje e do amanhã*, (Amazônia, 2019). Este documentário tem aproximadamente 36 minutos de duração e pode ser trabalhado em aula proporcionando outro momento pedagógico em que o estudante pode identificar os fenômenos térmicos e os utilizá-los para compreender a formação da chuva e as consequências do extrativismo predatório na floresta.

As dez primeiras aulas são finalizadas com a realização das apresentações de seminários, esperando que as estudantes e os estudantes, organizados em grupos de até cinco integrantes, tenham compreendido até o momento a relevância do processo de ensino e aprendizagem para a compreensão do tema em estudos. Nessas apresentações cada estudante pode ser avaliado quanto a iniciativas e condutas na interação com as colegas e os colegas na explicação do respectivo tema de estudos, organização do material de apresentação, comprometimento com a data e tempo da apresentação. Contudo, as estudantes e os estudantes podem considerar os processos de troca de calor por condução, convecção e irradiação para explicações sobre: o ciclo da água no sistema de formação da chuva; o processo de formação do orvalho, da geada e da neve; as brisas marinha e terrestre; a ocorrência de temporais e problemáticas dos alagamentos em São Paulo; o efeito estufa e sua importância para a vida na Terra; causas e consequências do aquecimento global; a importância da sustentabilidade e exemplos; a influência da Mata Atlântica para o ciclo da água em São Paulo e reconhecimento da região de Parelheiros e sua área de mananciais, este últimos a depender do contexto da prática docente.

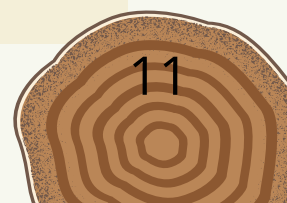


Na décima primeira e décima segunda aulas previstas, espera-se da estudante e do estudante disposição para leitura e discussões do conteúdo de texto e roteiro da atividade experimental intitulada *Calor como entendê-lo em um filtro de barro?*, assim como, participação efetiva no desenvolvimento de duas atividades experimentais em aula. Para isso, as estudantes e os estudantes precisam ser orientados a uma primeira leitura individual, seguida de uma releitura e análise compartilhada para desenvolver as atividades experimentais propostas em grupo e, investigações para compreender o processo de troca de calor por irradiação, convecção e condução. Na primeira experiência são necessários uma vela acesa e um espiral de papel suspenso por uma linha. A segunda experiência proposta, consiste em, com os olhos vendados, o estudante avaliar o “frio” e o “quente” mergulhando as mãos em dois potes de plástico contendo água a temperaturas diferentes, porém suportáveis ao toque, de modo que a estudante ou o estudante, vendado os olhos, seja assim conduzido pelos colegas da turma do seu local de assento à mesa ou bancada que acomoda os potes contendo água.

Na décima terceira e décima quarta aulas as estudantes e os estudantes foram orientados a trabalhar em grupos na montagem do *Termoscópio a gás*. Tal atividade experimental se torna instrumento científico para os estudantes investigarem os fenômenos físicos que envolvem a transferência do calor, variação de temperatura, dilatação do gás, entre outros. Essa atividade experimental foi adaptada do livro didático *Física em contexto* (Pietrocola et al., 2016), se faz necessário que os estudantes assumam a postura de participação e cooperação, realizem a leitura do roteiro e montagem do aparato experimental. Assim, investigar os fenômenos físicos requer levantar hipóteses, analisar os resultados obtidos e compará-los com situações do cotidiano, com isso as estudantes e os estudantes, com suas narrativas, registraram as possíveis interpretações dos fenômenos físicos em estudo e desenvolveram um relatório com entrega individual.

Na décima quinta e décima sexta aulas, com uma atividade de revisão do conteúdo, propomos um texto produzido pelo professor pesquisador que considerou as discussões feitas em sala de aula e situações do dia-a-dia que envolvem calor em sistemas naturais e artificiais com perspectivas socioambientais, e também a resolução de exercícios.

Na décima sétima e décima oitava aulas ouvimos a canção *Espelho do Tempo*, do compositor André Abujamra (2016), com respectivas leitura e análise de sua letra. O desenvolvimento da atividade provocou um pouco de estranhamento entre alguns estudantes, por exemplo, risadinhas e semblantes de apreensão e atenção. Sem a necessidade de se discutir preferências musicais, o conhecimento foi usado para se resolver as questões de entrega individual, porém com importantes análises e discussões em grupo.





Finalizando esta sequência didática, desenvolvemos uma representação sistemática na lousa, do conteúdo apresentado na devolutiva do estudante, ou seja, foi possível com aula dialógica analisar conjuntamente algumas atividades entregues pelos estudantes quando desenvolvidas com a proposta da canção *Espelho do Tempo* e, com os elementos encontrados em seus registros e narrativas de aprendizagem, construímos conjuntamente o conceito de entropia associada às condições climáticas e intervenções humanas.

Com essas estratégias, o estudante ao investigar um fenômeno físico pode demonstrar muitas dúvidas e confusões, pois ainda é sujeito de estar na zona de desenvolvimento proximal (Vigotski, 2007) e, quando a professora ou o professor consegue articular uma proposta de atividade com a qual a estudante ou o estudante é capaz de manusear os objetos didáticos/pedagógicos, estes acabam por adquirir novos significados ao se tornarem objetos de investigação científica.

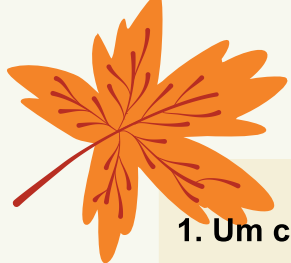
• A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

CONTEÚDO: Calor como energia térmica em trânsito

As atividades propostas aos estudantes seguem estratégias que podem envolvê-los em leituras, exposições orais, resolução de exercícios em sala de aula, divulgação dos trabalhos desenvolvidos para a comunidade escolar, bem como encaminhamentos de atividades para casa. Em todas as etapas da sequência didática haverá de existir a complementaridade do estudo prático e estudo teórico. Nesse sentido, o conteúdo estudado exige sua contextualização com o cotidiano das estudantes e dos estudantes, os quais devem participar e desenvolver suas habilidades sociais nas dimensões das competências estudadas.

Sugestão para aula inaugural: Neste momento faz-se necessário o reconhecimento das perspectivas dos estudantes/professor isso pode proporcionar melhor vínculo pedagógico, os possíveis temas dos seminários podem ser discutidos e formado os grupos e também discutir os critérios de avaliações.





1. Um convite a leitura do Cosmos

Tema de estudos: O que é o cosmos?

Objetivo: o ponto de partida é reconhecer que fazemos parte do cosmos e ao ler esse pequeno trecho retirado do livro *Cosmos* poder relacionar o tempo, a luz, a matéria e a vida.

Atividade antes da leitura:

1. Dizem que se o Sol explodir, a Terra será atingida apenas oito minutos depois. Por que será isso?
2. Para você, qual é o papel da luz solar para o Planeta Terra?

Atividade de leitura e análises conjunta:

As margens do oceano cósmico

“O cosmos é tudo o que existiu, existe ou existirá. Nossas contemplações do universo, mesmo as mais breves ou superficiais, mexem conosco - há sempre arrepio na espinha, embargo na voz, uma sensação de fraqueza, como a memória distante da queda de uma grande altura. Sabemos que estamos diante do maior dos mistérios. A extensão e a idade do cosmos estão além da compreensão normal humana. Perdido em algum lugar entre a imensidão e a eternidade fica o minúsculo planeta que é nosso lar. Numa perspectiva cósmica, a maioria das preocupações humanas parece ser insignificante, até mesmo mesquinha. Porém, nossa espécie é jovem, curiosa e valente e demonstra ser muito promissora. Nos últimos poucos milênios fizemos as mais espantosas e inesperadas descobertas sobre o cosmos e nosso lugar nele, em explorações de tirar o fôlego. Elas nos fazem lembrar que os humanos evoluíram se fazendo perguntas, que a compreensão é uma alegria, que o conhecimento é um pré-requisito para a sobrevivência. Acredito que nosso futuro depende de quão bem vamos conhecer esse cosmos, no qual flutuamos como um grão de poeira no céu matinal.



Essas explorações requerem ao mesmo tempo ceticismo e imaginação. A imaginação nos levará com frequência a mundos que nunca existiram. Mas sem ela não iríamos a lugar algum. O ceticismo nos permite distinguir a fantasia do fato, testar nossas especulações. A riqueza do cosmos é imensurável - em fatos da maior elegância, em inter-relações requintadas, na sutil maquinaria do deslumbramento.

A superfície da Terra é a margem do oceano cósmico. De lá aprendemos a maior parte do que sabemos. Em tempos recentes entramos um pouco no mar, o suficiente para molhar os artelhos ou, no máximo, os tornozelos. A água parece convidativa. O oceano nos chama. Uma parte de nosso ser sabe que foi dali que viemos. Ansiamos por retornar. Essas aspirações, creio, não são irreverentes, embora possam perturbar os deuses, seja lá quem forem.

As dimensões do cosmos são tão grandes que usar para elas as unidades de distância comuns, como metros, quilômetros ou milhas, que são adequadas às distâncias na Terra, não faria sentido. Em vez disso, no cosmos medimos distâncias com base na velocidade da luz. (...) um raio de luz viaja cerca de 300 mil quilômetros por segundo, o que corresponde a mais ou menos sete voltas em torno da Terra. Em oito minutos ele viaja do Sol até a Terra. Pode-se dizer, assim, que o Sol está a oito minutos-luz de distância da Terra. Num ano, a luz atravessa quase 10 trilhões de quilômetros no espaço. Essa unidade de comprimento, a distância que a luz percorre em um ano, chama-se ano-luz. Ela não mede tempo, e sim distâncias – distâncias enormes.

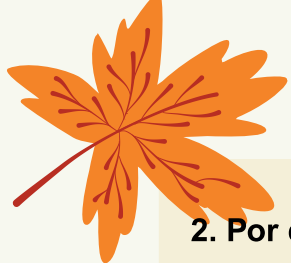
A Terra é um lugar. De forma alguma é o único lugar existente. (...)” Sagan, (p.30 e 31).

Atividade após a leitura:

“As margens do oceano cósmico”, é um dos capítulos do livro *Cosmos* escrito em 1980 pelo professor e astrônomo Carl Sagan onde o autor fez divulgação da ciência utilizando uma linguagem acessível e poética.

1. Com base na leitura do texto “As margens do oceano cósmico” e sua percepção da leitura do Universo, utilize sua imaginação e produza um texto livre, pode ser uma poesia, que relacione o cosmos, a luz e a vida.
2. Explique qual é a importância da luz solar para o Planeta Terra.
3. O que mais no texto te chamou a atenção? Por quê?





2. Por que a luz é tão importante para as florestas?

Tema de estudos: A influência da Floresta Amazônica no clima.

Objetivo: Identificar fenômenos térmicos e utilizá-los para compreender a formação da chuva, bem como entender a problemática do extrativismo predatório da Floresta Amazônica.

Introdução: A Floresta Amazônica é rica em diversidade, e sua principal fonte de energia é a luz solar, se ocorrer um desequilíbrio florestal, ou seja, o extrativismo predatório, pode ocorrer um colapso nessa diversidade e os eventos de seca podem ser mais frequentes e devastadores para algumas espécies de vida.

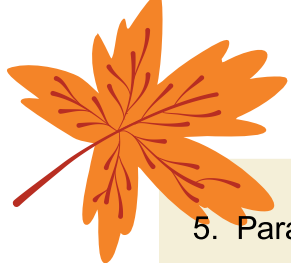
Atividade: Os estudantes devem assistir ao documentário, *Amazônia Climática a floresta de hoje e do amanhã* e resolver as questões propostas.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NOFYliZdCiQ&t=192s>

Questões para serem respondidas em grupo após assistir ao documentário:

1. Por que a luz é tão importante para a floresta?
2. Faça um desenho que explique como ocorre o ciclo da água na formação da chuva.
3. Explique quais ações você como cidadão pode contribuir para a sustentabilidade.
4. Identifique os principais problemas ambientais em Parelheiros que podem influenciar nas condições climáticas da região. Indique possíveis soluções para os problemas que você identificou, (a depender do desenvolvimento da turma esta questão pode ficar como lição de casa).





5. Para ler, se possível, ouvir a canção *Luz do Sol** do artista Caetano Veloso, lançada em 1985 no álbum: Caetanear. O estudante deve responder, quais os efeitos provocados pela interação da luz com a matéria são identificados na letra da música?

Letra da música: Luz do Sol

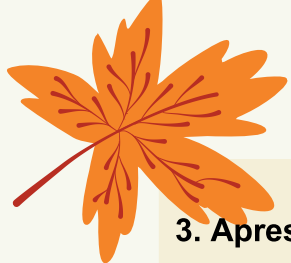
Luz do sol
Que a folha traga e traduz
Em verde novo
Em folha, em graça, em vida, em força, em luz
Céu azul que vem
Até onde os pés tocam a terra
E a terra inspira e exala seus azuis
Reza, reza o rio
Córrego pro rio e o rio pro mar
Reza a correnteza, roça a beira, doura a areia
Marcha o homem sobre o chão
Leva no coração uma ferida acesa
Dono do sim e do não
Diante da visão da infinita beleza
Finda por ferir com a mão essa delicadeza
A coisa mais querida, a glória da vida
Luz do sol
Que a folha traga e traduz
Em verde novo
Em folha, em graça, em vida, em força, em luz

Composição: Caetano Veloso

* <https://www.letras.mus.br/caetano-veloso/44742/>

Acesso em 06/07/2023





3. Apresentação de seminário em grupo

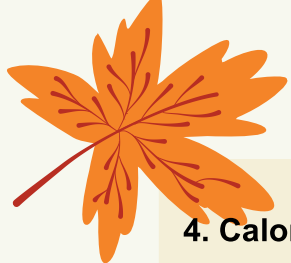
Objetivo: Espera-se que os estudantes estejam organizados em grupo para as apresentações dos seminários e demonstre compreensão do tema estudado em quadro 03.

Quadro 03: Temas de apresentações e definição de grupos

1) Explicar o ciclo da água na formação da chuva.
2) Explicar como ocorre o orvalho, a geada e a neve.
3) Explicar por que ocorrem temporais e alagamentos em São Paulo. O que fazer ao se deparar com um temporal com queda de raios e alagamentos?
4) Explicar o que é o efeito estufa e qual importância dele para a vida na Terra.
5) Explicar quais são as causas e consequências do aquecimento global.
6) Explicar o que é sustentabilidade e apresentar exemplos.
7) Explicar a importância de se preservar a Mata Atlântica para o ciclo da água em São Paulo.
8) Explicar qual a relação do calor e temperatura com a brisa marítima e terrestre.

Fonte: os autores - Sugestões de temas de apresentações de seminários





4. Calor, como entendê-lo em um filtro de barro?

Tema de estudos: Calor, energia térmica em trânsito.

Objetivo: Identificar a relação do calor com a temperatura em diferentes sistemas.

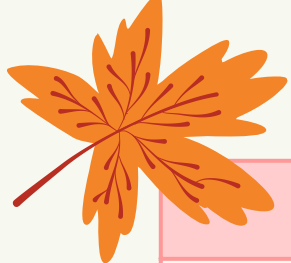
Introdução: O filtro de barro é um objeto que além de filtrar e purificar a água, ele é capaz de deixá-la fresca e gostosa para o consumo. Para o bom funcionamento de um filtro, é necessário fazer frequente higienização e troca da vela que filtra a água. O filtro é composto de duas partes de armazenamento de água que são acopladas uma sobre a outra, a parte superior é abastecida com água a ser filtrada e depois é tampada. Nesse sistema, a força gravitacional está agindo e fazendo com que a água passe pela vela e caia em forma de gotas na parte inferior do filtro onde é armazenada para o consumo.

Não basta a água ser somente filtrada, ela deve estar a uma temperatura agradável para o consumo, e como isso ocorre?

O filtro descrito é constituído de barro, e por isso, em dias muito quentes ele permite que uma pequena quantidade de água passe pelas fissuras do barro até ser formada pequenas gotículas de água na parede externa do filtro. Essas gotículas de água são evaporadas, assim elas acabam por retirar calor de todo o sistema do filtro o que resulta na diminuição da temperatura da água em seu interior deixando-a em temperatura agradável para o consumo.

Além do filtro de barro ser simples e eficiente, ainda economiza energia elétrica, pois não é necessário colocar água na geladeira para ter água fresca quando se tem um filtro de barro.





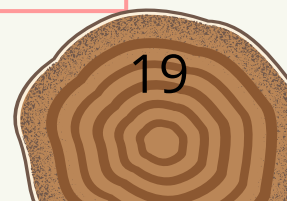
Atividade experimental:

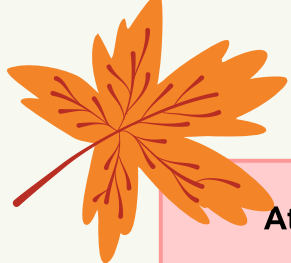
a) Estudar as trocas de calor por condução e as sensações térmicas.

A atividade consiste em ter duas vasilhas com água em diferentes temperaturas, uma das vasilhas contendo água com gelo e na outra água morna. O estudante deverá mergulhar as mãos simultaneamente em cada recipiente e descrever as sensações e relatá-las por escrito. Sugerimos que esta atividade seja realizada pelos estudantes com uso de uma venda nos olhos, com isso, é possível evidenciar um trabalho colaborativo, pois o estudante precisa ser vendido e conduzido pelos colegas do local de assento ao local de contato com os potes contendo água a diferentes temperaturas, (água com pedras de gelo em um pote a 0°C , em outro pote a água deve estar bem quente a temperatura suportável ao toque das mãos).

b) Estudar as trocas de calor por convecção e irradiação.

A atividade consiste em recortar um espiral de papel e fixá-lo em um pedaço de linha de modo que fique suspenso sobre uma vela acesa. Os estudantes devem relacionar o movimento realizado pelo espiral com o calor gerado pela chama da vela ao processo de convecção. Com a mesma vela acesa, o estudante pode aproximar a mão na chama e sentir o aquecimento causado pela irradiação térmica emitida pelo fogo, esse aumento de energia térmica na mão ocorre ao mesmo tempo em que a energia térmica do fogo diminui.





Atividade para ser desenvolvida após leitura e realização da atividade experimental

1) Os estudantes em dupla devem descrever e registrar por escrito suas percepções da atividade experimental e identificar os fenômenos físicos envolvidos.

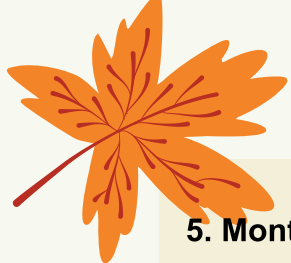
Sugestão de atividade para casa:

- 1) O estudante deve identificar em sua casa qualquer objeto que tenha relação com o calor e descrever o conceito físico presente no funcionamento desse objeto. (Não vale mais escolher o filtro de barro!)
- 2) O que significa calor?
- 3) O que significa temperatura?

Material necessário:

Cópia do texto de introdução e orientações das atividades experimentais; duas vasilhas para colocar água; água com gelo e água morna; espiral de papel; linha de costura; vela; um pratinho para acomodar a vela acesa.





5. Montagem de um Termoscópio a gás

Tema: Termoscópio a gás.

Objetivo: Construir um termoscópio a gás para investigar as diferentes formas de transferência de calor, a variação da temperatura e dilatação volumétrica do gás.

Espera-se dos estudantes que se organizem em grupos, sejam colaborativos com seus colegas, realizem a leitura do roteiro da atividade experimental, participem das discussões com os integrantes dos grupos e orientações com professor, se comprometam com a montagem da atividade experimental do termoscópio, investiguem os fenômenos físicos envolvidos e se dediquem ao desenvolvimento de um relatório de entrega individual ao professor.

Para essa atividade experimental se faz necessário que o estudante tenha providenciado um frasco com tampa, pode ser de vidro ou plástico (frasco de remédio ou frasco de mini refrigerante). E mangueira de aquário transparente, 50 cm de comprimento.

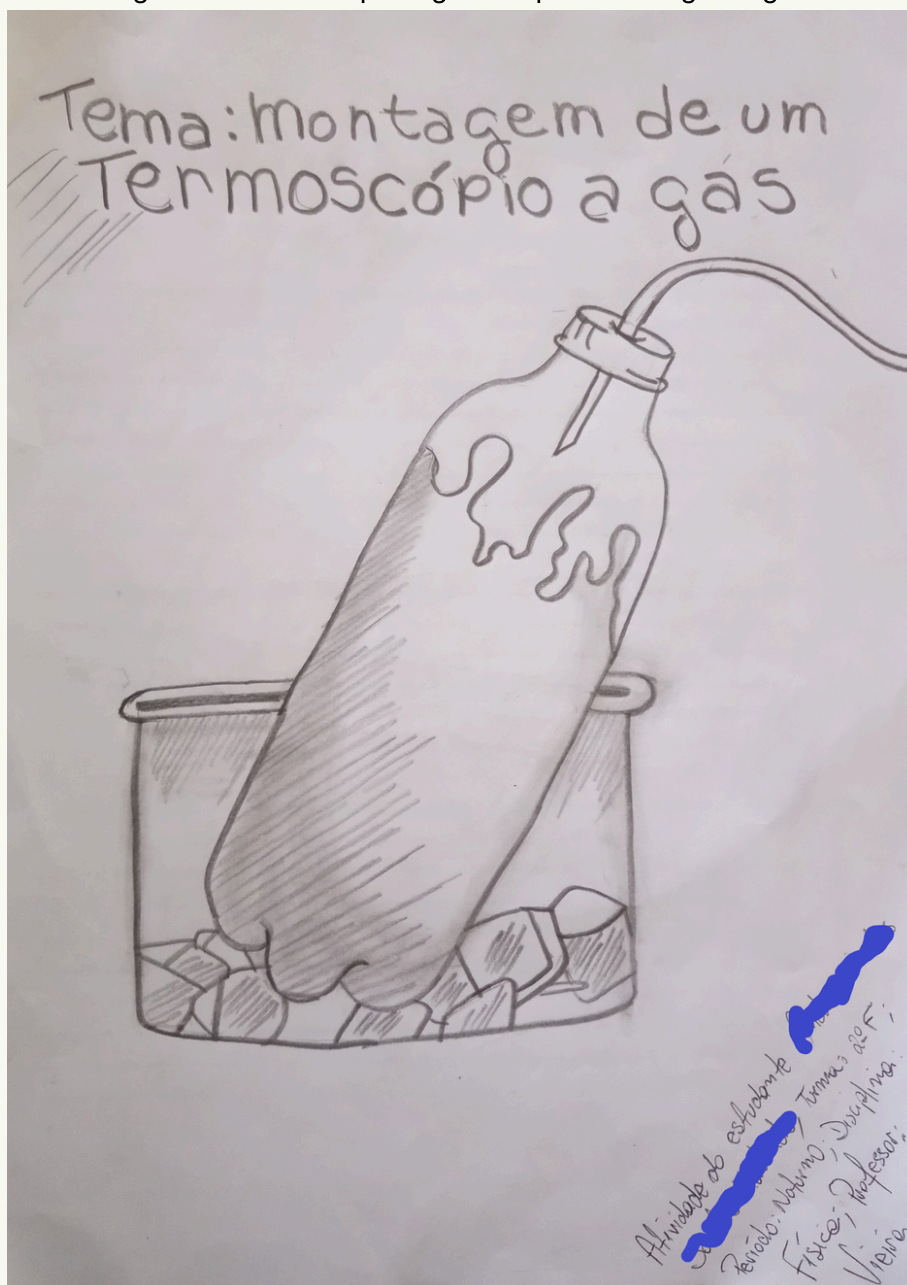
Procedimentos:

1. Faça um furo na tampa do frasco de diâmetro aproximado ao diâmetro da mangueira, de forma que fique menor que o diâmetro da mangueira.
2. Conecte a mangueira no furo e puxe uns dois centímetros, (figura 1).
3. Verifique se ficou com boa vedação, se necessário, usar pingos de vela.
4. Coloque uma coluna de aproximadamente dois centímetros de água no interior da mangueira na extremidade oposta a que está conectada na tampa.
5. Tampe o frasco com a montagem que acaba de fazer, tendo o cuidado para não deixar a água que está na mangueira escorrer.





Figura 1: Termoscópio a gás em pote com água e gelo



Fonte: acervo do professor - Capa do relatório de um estudante

Discussão em grupo:

1. Segure o frasco com as mãos e verifique o que acontece com a coluna de água, (se o frasco for de plástico não o aperte!)
2. Coloque o frasco na água gelada, e verifique o que acontece.
3. Retire o frasco da água e aproxime sua mão sem tocá-lo. O que acontece?



Questões para responder:

1. Por que a coluna de água sobe quando você segura o frasco com as mãos?
2. Por que quando colocado o frasco na água gelada a coluna de água baixa de nível?
3. É possível definir uma escala para seu termoscópio a gás? De que forma?
4. Quando ocorreu condução térmica no experimento?
5. Quando ocorreu irradiação térmica no experimento?
6. Qual a importância de se ter o controle da temperatura em alguns eletrodomésticos.

A entrega do relatório da atividade experimental deve conter:

- Seu nome: Turma: Data de entrega:
- Tema da atividade:
- Objetivo:
- Materiais usados:
- Descrição de como ocorreu a atividade experimental:
- Questões respondidas:
- Conclusão do trabalho.

Material necessários:

Cópia do roteiro da atividades experimental; um frasco de vidro ou plástico com tampa; 50 cm de mangueira de agrário transparente; um pote com água e gelo; um termômetro (se possível); um punção para furar a tampa do frasco.



6. Revisão dos processos de troca de calor

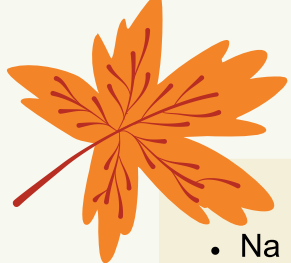
Tema de estudos: transferência de calor por condução, convecção e irradiação

Objetivo: Identificar processos de condução, convecção e irradiação de calor em sistemas naturais e tecnológicos.

Introdução: Quando você retira da geladeira uma jarra cheia de água e a deixa sobre a pia da cozinha, ao passar do tempo a temperatura da jarra com água vai aumentar até atingir a temperatura ambiente. Pelo mesmo motivo da diferença de temperatura, uma xícara de café quente deixada sobre a pia diminui sua temperatura até que atinja a temperatura ambiente. Esse processo de troca de calor ocorre porque existe uma diferença de temperatura entre os objetos e o ambiente, quando ambos estão à mesma temperatura entende-se que estão em equilíbrio térmico. Assim verifica-se a troca de calor entre os objetos, quando ocorre a variação da sua energia interna que pode ser descrita em quantidade de calor perdida ou recebida por causa da diferença de temperatura.

- A troca de calor pode ocorrer por três processos diferentes: condução, convecção ou irradiação.
- A transferência de calor por condução ocorre em meio material sem que haja o deslocamento de matéria, quando as moléculas começam a vibrar com maior intensidade por causa do aumento da energia cinética, elas transmitem parte da energia para as moléculas ao seu redor. Por exemplo, os metais têm características de serem bons condutores de calor, no caso de panela de alumínio ou de ferro, quando o fundo dela é exposto ao contato de uma fonte de calor, essa energia térmica é transferida para todas as partes da panela por condução. No entanto, existem materiais na natureza que são mau condutores de calor e são considerados isolantes térmicos como o isopor, o ar, a madeira, a lã entre outros.





- Na transferência de energia térmica por convecção ocorre o movimento de massa nos líquidos e gases, pois eles têm maior liberdade para se movimentar quando comparado com um material sólido em que os átomos formam uma estrutura cristalina mais rígida podendo apenas vibrar. Por exemplo, no processo de convecção, ao colocar uma panela com água no fogo, o líquido que está em contato com a base da panela é aquecido, suas moléculas ao ganharem energia começam a vibrar com mais intensidade e se afastam uma das outras. Assim, a densidade dessa massa de água diminui e se desloca para a parte de cima da panela. Logo, o líquido mais frio e mais denso se desloca para a base na panela ocupando o lugar da água que subiu, desse modo gera-se uma corrente de convecção que mantém o líquido a circular.
- Já na transferência de energia por irradiação não é necessário um meio material para a energia se propagar de um lugar para outro. Nesse caso, o calor se propaga por ondas eletromagnéticas, as quais têm a capacidade de interagir com a matéria fazendo com que as partículas que constituem essa matéria vibram aumentando assim sua energia interna. Qualquer objeto que tenha temperatura diferente de zero absoluto irradia calor. Por exemplo, quando você aproxima a mão de uma vela acesa, é aquecida pela irradiação térmica proveniente do fogo, sendo assim, sua energia térmica aumenta ao mesmo tempo em que a energia térmica do fogo diminui.

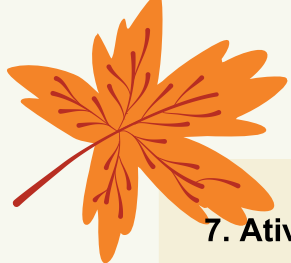
Atividade:

1. Identifique e descreva a transferência de calor por condução, convecção e irradiação na *charge* da figura 02.
2. Quais as fontes geradoras de calor representadas na *charge* da figura 02?
3. Explique a relação que existe entre o frio e o calor.
4. Relacione o nosso contexto atual e apresente sua opinião sobre a ironia do diálogo da *charge* da figura 02.

Figura 02: pessoas se aquecendo ao redor de uma fogueira



Charge da internet: <https://images.app.goo.gl/HSw2pXY8w8anpge66>



7. Atividade de leituras e análises de uma canção – “Espelho do Tempo”

Tema de estudos: Espelho do tempo.

Objetivo: Compreender a relação do tempo, do espaço, da radiação da luz e, as diferentes formas de energia a cerca do conhecimento científico presentes na cultura artística.

Introdução: Considerando que o conteúdo da disciplina de física pode ser abordado de diferentes formas a depender dos diferentes contextos dos estudantes, para essas duas aulas, defendemos que a canção “Espelho do Tempo” pode ser um recurso metodológico capaz de recriar um ambiente pedagógico que continue a proporcionar o diálogo, a reflexão cultural, a condição de existência humana acerca do conhecimento científico, por exemplo: o tempo, o espaço, a radiação da luz e a energia em suas diferentes formas.

A canção “Espelho do Tempo” como um produto cultural é capaz de romper o obstáculo da indiferença e provocar reflexões em torno da realidade social.

Estima-se com essa canção em quadro 04 que você estudante possa caracterizar os conteúdos de Física propostos em estudos.

Atividade para entregar ao professor:

1. Escreva quais os temas de física que foram discutidos em sala de aula e estão relacionados com a canção “Espelho do Tempo” do compositor André Abujamra.
2. Faça um desenho que represente sua percepção da canção “Espelho do Tempo” com os elementos da Natureza da qual você faz parte.





Quadro 04: Letra da música: Espelho do Tempo*

O presente é o reflexo do passado
E o futuro é o reflexo do presente
O presente é o reflexo do passado
E o futuro é o reflexo do presente
É um espelho que reflete lá na frente
É um espelho que reflete lá na frente
O brilho do olhar do seu tataravô
É o brilho do olhar do seu filhote
O brilho do olhar do seu tataravô
É o brilho do olhar do seu filhote
Vencendo o tempo
Vencendo a morte
E o que aconteceu ainda acontece
E acontecerá
E acontecerá
O seu tataraneto terá seu olhar
“Não existimos apenas dentro do universo
É o próprio universo que existe dentro de nós
Olhe para o céu e veja a estrela mais distante
O que vemos dela é o passado refletido
O que existiu ainda existe
E o que existirá vai refletir no futuro
Vencendo o passado
Vencendo o tempo
Vencendo a morte
E o que aconteceu ainda acontece
E acontecerá
O seu tataraneto terá o brilho do seu olhar”

Composição: André Abujamra

* <https://www.letras.mus.br/andre-abujamra/espelho-do-tempo/>
Acesso em 06/07/2023.





8. Sugestões de atividade sobre calorimetria

Com a proposta de resolução de exercícios, esperava-se que os estudantes resgatasse as ideias discutidas em aula para compreender que a diferença de temperatura está diretamente relacionada às características do material em questão, ou seja, quando comparado diferentes substâncias com massas iguais e sofrendo a mesma quantidade de troca de calor, cada diferente substância apresenta também diferentes temperaturas. Essa distinção ocorre por causa do calor específico de cada substância, no caso da água corresponde a $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, já no caso da areia corresponde a $0,2 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$. Isso significa que quanto maior for o calor específico de uma substância, maior será a resistência térmica à troca de calor.

A seguir, atividade para calcular a variação de temperatura considerando, por exemplo, que a água pode perder ou receber calor em processos termodinâmicos (T_i = Temperatura inicial; T_f = Temperatura final):

- 1) $T_i = 36^\circ\text{C}$; $T_f = 38^\circ\text{C}$
- 2) $T_i = 0^\circ\text{C}$; $T_f = 100^\circ\text{C}$
- 3) $T_i = -4^\circ\text{C}$; $T_f = 36^\circ\text{C}$
- 4) $T_i = -8^\circ\text{C}$; $T_f = 48^\circ\text{C}$
- 5) $T_i = -2^\circ\text{C}$; $T_f = -25^\circ\text{C}$
- 6) $T_i = 12^\circ\text{C}$; $T_f = -62^\circ\text{C}$

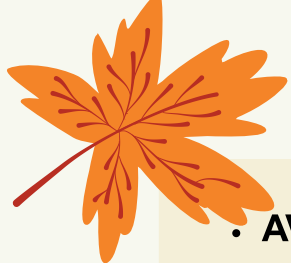




Atividade complementar/recuperação sobre calorimetria.

- 1) Considere que 200g de água a temperatura inicial de 8°C contida em uma panela sobre a chama de um fogão, receba 2000 cal de energia do fogo. Com essa absorção de energia calcule a temperatura final da água sabendo seu calor específico $c = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$.
- 2) Calcule a quantidade de calor necessária para fazer variar 500g de água a temperatura inicial de 24°C até atingir o estado de fervura a 100°C sabendo que o calor específico da água $c = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$.
- 3) Um pedaço de tijolo de 200g exposto a luz solar recebe 2000 cal de energia em um pequeno intervalo de tempo. Considere a temperatura inicial do tijolo igual a 8°C e seu calor específico $c = 0,2 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ para calcular a temperatura final nesse período de exposição solar.
- 4) Para preparar uma deliciosa gelatina é necessário primeiro ferver 250g de água e dissolver um pacotinho de gelatina até obter uma mistura homogênea, em seguida é preciso adicionar 250g de água fria, mexer a mistura e levá-la a geladeira. Considere que no instante do preparo não ocorre perda de calor para o ambiente, e que as 250g de água fervida continue a 100°C quando misturada a gelatina, e o calor específico da água $c = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$. Calcule a temperatura de equilíbrio quando misturada a água fria que estava a temperatura inicial de 12°C .



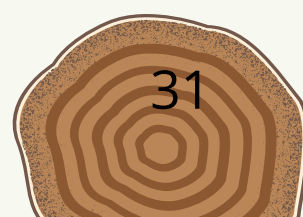


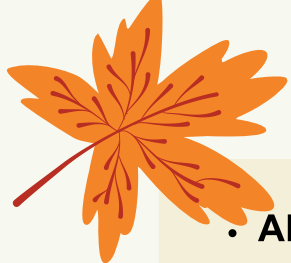
• AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

O processo de avaliação pedagógica é um tanto complexo, pois envolve o desenvolvimento cognitivo de uma estudante ou de um estudante com suas inquietudes e inércias, disposto em um espaço de convívio social comum (sala de aula), que pode ser capaz de agregar valor ao conhecimento científico em distintos níveis do saber, correlato ao conhecimento popular pela interdependência de iniciativas e ações dialógicas no processo de ensino e aprendizagem. Por isso, sugerimos considerar as diferentes formas da estudante e do estudante registrarem e manifestarem sua aprendizagem e como se engajam na conquista de sua autonomia intelectual.

Na perspectiva vigotskiana (Vigotski, 2007), consideramos que a estudante ou o estudante é capaz de interagir ao estudar o conteúdo de calor e temperatura no contexto das condições climáticas, dos ecossistemas, da mudança do estado físico da matéria, do funcionamento de equipamentos eletrônicos, também mecânicos e da manutenção da vida, que se faz inseparável no processo de desenvolvimento intelectual e social de sua autonomia.

Vale observar que o desenvolvimento da sequência didática não excluiu a apresentação e discussão do conteúdo formal, com as equações da Física e a resolução de problemas.





• ALGUNS RESULTADOS

Quando olhamos para o nosso trabalho docente, reconhecemos que o conhecimento científico constituiu-se um importante vínculo das ações pedagógicas em sala de aula, e acreditamos ter conseguido articular o conhecimento das Leis da Termodinâmica com o processo de ensino e aprendizagem escolar de modo que a estudante e o estudante foram capazes de reconhecê-lo em meios naturais e artificiais com perspectivas socioambientais.

Buscamos dialogar em sala de aula com uma sequência didática contextualizada e caracterizada por diversas estratégias pedagógicas; melhor dizendo, foi possível o desenvolvimento de atividades experimentais, exibição de um documentário, apresentações de seminários, trabalho com o universo musical, textual e poético, com os quais estabeleceu-se um diálogo sobre os problemas socioambientais. Isso favoreceu que a estudante e o estudante se mobilizassem e propusessem soluções/ações que identificaram pertinentes, fossem elas coletivas ou individuais.

Compreendendo que o conhecimento escolar não se transfere, porque constitui-se no complexo processo de ensino e aprendizagem, isto é, o conhecimento pertence à cultura do sujeito: “Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender” (Freire, 2019, p.25). Observamos, com o desenvolvimento da sequência didática, que o conhecimento de Física trabalhado em sala de aula possibilitou que a estudante e o estudante evidenciam, com suas iniciativas e participações, a apropriação dos termos científicos de calor e temperatura, interpretados e compreendidos quando analisados em meios naturais e artificiais com perspectivas socioambientais.

Por exemplo, em uma aula de calorimetria, uma estudante chamou a atenção do professor e de seus colegas: “Professor! Ontem estava muito calor, hoje já está muito frio, isso se deve também ao desmatamento?” (Estudante 35). Essa interpretação e participação da estudante provocou o professor a reconhecer a importância dessa reflexão perante a turma com os merecidos parabéns pela iniciativa, seguido da concordância de que precisamos preservar um pouco melhor o que ainda resta da floresta.





Ou ainda, sobre a origem da matéria prima de objetos que compõem a mesa de estudos - cadeira, armário, porta, janela, entre outros constituídos de madeira - esses objetos serviram de referência para as reflexões sobre a importância do seu uso e desuso na vida diária, analisamos qual o destino da mesa, da cadeira, da porta ou da janela quando não estiverem mais apropriadas para uso. Alguns dos estudantes ainda não haviam demonstrado interesses e preocupações em reutilizá-los, outros já demonstraram preocupação em reutilizá-los ou enviá-los à reciclagem. Com essas ideias, concluiu-se com a turma que as árvores influenciam a temperatura de sua localidade, que um dos grandes problemas é a extração predatória dos recursos naturais disponíveis, que o ser humano necessita usar a madeira como matéria prima para diversos objetos que são indispensáveis para a vida diária, e que é muito importante para a Natureza a consciência socioambiental para minimizar os impactos ambientais.

Vale mais uma de nossas compreensões, sobre as palavras escritas por uma estudante ou por um estudante ao anunciar sua própria condição de sujeito inacabado, isto se revela nas palavras que transcendem suas emoções, sentimentos e percepções dos fenômenos físicos quando relacionados ao cosmos, a luz e a vida. Contudo, desenvolve-se uma tomada de consciência de sujeito “inacabado que histórica e socialmente alcançou a possibilidade de saber-se inacabado” (Freire, 2019, p.53):

Transparência da inocência

Cosmos o vazio,
Luz a transparência
Vida a razão
Na vida há o vazio,
Mas a transparência da inocência
nos torna vulnerável
Será que ainda temos razão?
Vazio, vazio, vazio,
Cada vez mais profundo,
Será que nesta vastidão,
eu encontro a luz?
Cosmos, luz, vida.
Estou dentro de tudo isso,
Mas eu me sinto parte disso?
Espero no vazio
Encontrar a luz, e
A transparência da inocência,
A estrela, a Lua
Iluminar minha vida
Espero encontrar Eu,
Nessa escuridão! (texto da Estudante 12).





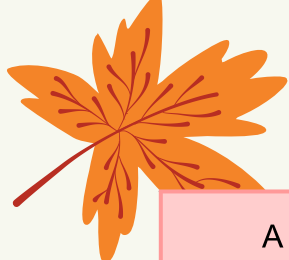
Com estas preocupações no complexo processo de ensino e aprendizagem de física foi possível agregar as distintas linguagens em diálogos de sala de aula e valorizar o conhecimento científico nas diferentes narrativas de aprendizagem dos estudantes. Apresentamos a participação efetiva dos estudantes no desenvolvimento de atividades propostas em sala de aula, algumas fotografias em quadros 05, 06 e 07.

Quadro 05: Desenvolvimento de atividade experimental para percepções da troca de calor

Compreensão do conceito de calor em trabalho conjunto em sala de aula



Fonte: acervo do professor-pesquisador.



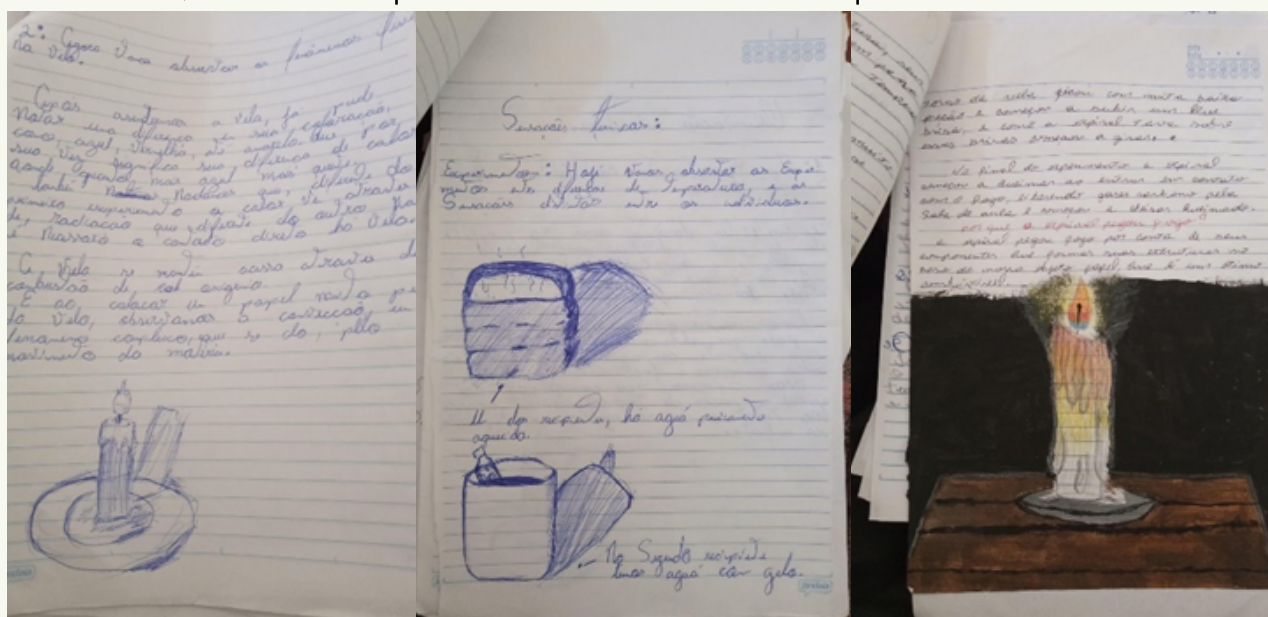
Quadro 06: Apresentação de seminário/atividade de leitura compartilhada

A responsabilidade social e ações comunitárias são exemplos de reflexões discutidas nas aulas de Física



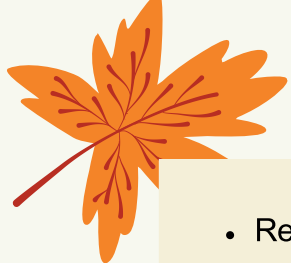
Fonte: acervo do professor-pesquisador.

Quadro 07: Exemplos de atividades desenvolvidas pelos estudantes



Fonte: acervo do professor-pesquisador autor.

Esperamos que essa sequência de aulas inspire as colegas e os colegas professores, favorecendo encontros com as estudantes e os estudantes mediados pelo conhecimento escolar de Física, transcendendo o tema “Calor”.



- Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 60a ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2019.

GRF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). Física 2: Física térmica e Óptica. 5°. ed. 4° reimpr. – São Paulo: Edusp, 2006.

PIETROCOLA, Maurício. et al. Física em contexto. Vol.2. 1 ed. – São Paulo: editora do Brasil, 2016.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Organizadores Michael Cole... [et al.]; tradução José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

SAGAN, Carl. Cosmos. Tradução: Paul Geiger. 1a ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.



