

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS - CAMPUS OURO PRETO
LICENCIATURA EM FÍSICA

Rodrigo Mapa de Alcântara

**PROPOSTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DE UMA
PERSPECTIVA FREIRIANA**

Ouro Preto - MG
2025

RODRIGO MAPA DE ALCÂNTARA

**PROPOSTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DE UMA
PERSPECTIVA FREIRIANA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* Ouro
Preto como requisito para obtenção do título
de Licenciado em Física.

Orientadora: Layla Júlia Gomes Mattos

Ouro Preto - MG
2025

A347p

Alcântara, Rodrigo Mapa de.

Propostas para o ensino de física a partir de uma perspectiva freiriana
[manuscrito] / Rodrigo Mapa de Alcântara. – 2025.
89 f. : il.

Orientadora: Layla Júlia Gomes Mattos.

Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura) – Instituto Federal de
Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto, 2025.

1. Ensino de Física. 2. Física - Métodos de ensino. 3. Freire, Paulo -
Método de educação. I. Mattos, Layla Júlia Gomes. II. Instituto Federal de
Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto. III. Título.

CDU: 371.3:53

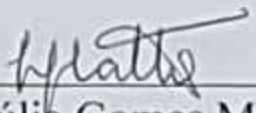
Catálogo: Andresa Aredes Ferreira CRB-6/MG-003262/0

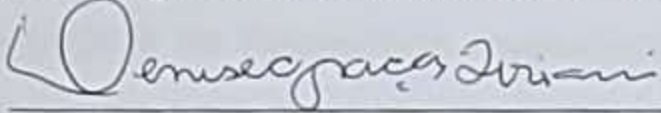
RODRIGO MAPA DE ALCÂNTARA

**PROPOSTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DE UMA
PERPECTIVA FREIRIANA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso Licenciatura em Física do Instituto
Federal de Minas Gerais - Campus Ouro
Preto para obtenção do grau de Licenciada
em Física

Aprovado em: 17/03/25 pela banca examinadora:


Prof.^a. Layla Júlia Gomes Mattos - IFMG (Orientadora)


Prof.^a. Denise Conceição das Graças Ziviani – IFMG


Prof. Luellerson Carlos Ferreira– IFMG

 Documento assinado digitalmente
ANA CAROLINA DE LIMA MATOS
Data: 21/03/2025 20:53:36-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.^a. Ana Carolina de Lima Matos - Escola Estadual de Ouro Preto

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me permitir realizar este sonho. Aos meus pais, Senhor Raimundo (Dico) e Dona Maria Antônia (Toninha), meu eterno agradecimento. Ao meu pai, por me ensinar a ser forte diante de sua eterna saudade, e à minha mãe, por estar sempre ao meu lado, me incentivando e me oferecendo seu amor incondicional. Obrigado por esse amor verdadeiro que sempre me impulsionou.

Aos meus irmãos – Renan, Renato, Rosilayne, Rosélia, Renata e Regiane – que sempre se orgulharam de mim, até mesmo nos momentos em que eu desanimava. Agradeço o apoio constante, por me motivarem a seguir em frente e por acreditarem em mim, mesmo quando eu duvidava de mim mesmo.

À minha companheira, Maria Paula, que exige ao seu lado um homem forte e guerreiro, e, em troca, oferece-me uma parceria de amor, paciência e compreensão. Ela fez de nossos sonhos os seus próprios, e por isso sou eternamente grato. Obrigado por estar sempre ao meu lado, sendo minha força e inspiração.

Aos meus sobrinhos, por todo carinho e pelas gargalhadas que iluminam minha vida, sendo sempre um exemplo de alegria e leveza.

À minha orientadora, Professora Layla, minha imensa gratidão pela paciência, dedicação e empenho com os quais me orientou neste trabalho. Sua orientação foi fundamental para o meu crescimento acadêmico e pessoal. Como mulher forte, inspiradora e sábia, ela não apenas me guiou nos aspectos técnicos e teóricos, mas também me ensinou a importância de acreditar no potencial de cada um. Sua forma de trabalhar, sempre com ética, comprometimento e perseverança, me mostrou o valor de se manter firme diante dos desafios.

Ela foi mais do que uma orientadora, foi uma verdadeira mentora, sempre disposta a ouvir, a apoiar, a orientar com carinho e rigor. Com seu exemplo de força e liderança, me ensinou a ser resiliente e a nunca desistir, mesmo quando as dificuldades pareciam grandes demais. Sou profundamente grato pela confiança que ela depositou em mim, e pela contribuição imensa que ela fez na minha formação, não apenas acadêmica, mas também no desenvolvimento de um olhar mais crítico e humano sobre o mundo.

RESUMO

Trata-se de um estudo exploratório qualitativo, cujo objetivo geral foi elaborar um portfólio com sugestões de aulas compostas por material didático e métodos que sirvam de ponto de partida para aulas de Física, mobilizando os estudantes a interagirem com o conhecimento a ser construído em salas de aula de escolas públicas. Como objetivos específicos, buscamos: realizar um levantamento de pesquisas sobre os desafios relacionados ao ensino de Física; construir sequências didáticas para o ensino de Física a partir de elementos do "Método Freire"; e construir ou adaptar propostas de material didático para o ensino de Física que simulem experimentos relacionados a fenômenos físicos e que possam ser utilizados em uma sala de aula comum. Essa pesquisa se justifica pela necessidade de apresentar caminhos aos professores e futuros professores de Física para aulas que proporcionem uma aprendizagem ativa e significativa aos estudantes. Os desafios apresentados pelo levantamento bibliográfico apontam que o ensino de Física tem ocupado um lugar de cada vez menos importância nos currículos escolares; teve sua carga horária reduzida significativamente; tem focado no formalismo matemático e pouco nos conceitos; e está desatualizado. Por exemplo, Moreira (2018-2021), Tonet e Leonel (2019) e Dias, Gomes e Raboni (2020) discutem essas questões em seus estudos. Diante dessa realidade, nos baseamos na concepção Freiriana de aulas dialógicas, reflexivas, críticas e participativas para elaborar sequências didáticas que podem ser adaptadas pelos professores, considerando as características de suas turmas e comunidades escolares. Ao todo, foram produzidas seis sequências com propostas de aulas para introdução ao ensino de Física, Mecânica, Termodinâmica, Ondas, Óptica e Eletromagnetismo. Cada sequência didática conta com aulas que exploram "temas geradores", visando o levantamento do conhecimento prévio dos estudantes sobre o conteúdo estudado e as atividades teórico-práticas. As sequências também contam com material didático associado, buscando a observação e análise de fenômenos relacionados às grandes áreas da Física citadas, como forma de vivenciar práticas científicas em escolas que não dispõem de laboratórios, além de promover a interação dos estudantes com a Física, favorecendo a apropriação dos conceitos estudados. Assim, buscou promover momentos de reflexão, interação, experimentação e ludicidade, pois se entende que são elementos que podem enriquecer a aprendizagem de Física. Portanto, as aulas propostas são pensadas visando contribuir para o processo de valorização da educação científica e do fortalecimento do papel da Física no currículo escolar.

Palavras-chave: Ensino de Física. Educação Libertadora. Método Freire. Tema gerador.

Palavra geradora.

ABSTRACT

This is a qualitative exploratory study whose general objective was to develop a portfolio with suggestions for classes composed of teaching materials and methods that serve as a starting point for Physics classes that encourage students to interact with the knowledge to be constructed in public school classrooms. As specific objectives, it was sought to: conduct a survey of research on the challenges related to teaching Physics; build didactic sequences for teaching Physics based on elements of the “Freire Method”; and build or adapt proposals for teaching materials for teaching Physics that simulate experiments related to Physical phenomena that can be used in a regular classroom. This research is justified by the need to present paths to teachers and future Physics teachers for classes that provide active and meaningful learning to students. The challenges presented by the bibliographic survey indicate that the teaching of Physics has occupied a place of decreasing importance in school curricula; has had its workload significantly reduced, has focused on mathematical formalism and little on concepts; it is outdated, for example (Moreira, 2018-2021; Tonet, Leonel, 2019; Dias, Gomes and Raboni, 2020). Given this reality, Freire's conception of dialogic, reflective, critical and participatory classes was used to develop teaching sequences that can be adapted by teachers, considering the characteristics of their classes and school communities. In total, six sequences were produced with class proposals for introducing the teaching of Physics, Mechanics, Thermodynamics, Waves, Optics and Electromagnetism. Each teaching sequence has classes that explore “generating themes” aimed at assessing students’ prior knowledge about the content studied and the theoretical-practical activities. The sequences also have associated teaching material, aiming at the observation and analysis of phenomena related to the major areas of Physics mentioned, as a way of experiencing scientific practices in schools that do not have laboratories for this purpose, and promoting student interaction with Physics in order to favor the appropriation of the concepts studied. As science classes, we sought to promote moments of reflection, interaction, experimentation and playfulness, as it is understood that these are elements that can enrich the learning of Physics. Therefore, the proposed classes are designed to contribute to the process of valuing scientific education and strengthening the role of Physics in the school curriculum.

Keywords: Physics Teaching. Liberating Education. Freire Method. Generating Theme.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. O DIÁLOGO ENTRE A PEDAGOGIA FREIRIANA E OS DESAFIOS DO ENSINO DE FÍSICA	5
2.1. A pedagogia tradicional e o ensino de Física	8
3. PERCURSO METODOLÓGICO	13
4. A PEDAGOGIA FREIRIANA COMO UM CAMINHO PARA SUPERAR DESAFIOS DO ENSINO DE FÍSICA.....	18
4.1. Desafios do ensino de Física no Brasil.....	18
4.2. Sequências didáticas para o ensino de Física numa perspectiva freiriana	23
4.2.1. Temas geradores explorados nas sequências didáticas.....	26
4.2.2. A prática e a experimentação desenvolvida nas sequências didáticas	40
4.2.3. A avaliação da aprendizagem ganha nova perspectiva em aulas freirianas	59
4.2.4. As questões sociais podem emergir da aprendizagem de Física	63
4.3. Resultados da oficina para produção de aulas freirianas explorando temas geradores	67
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
6. REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE A – Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcântara, Dias e Mattos, 2023.....	80

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Física apresenta diversos desafios e um deles é que, segundo os estudos de Moreira (2018), essa ciência tem cada vez menos importância nos currículos escolares, indicando ser considerada uma área de estudo dispensável para a formação dos estudantes.

De acordo com Moreira (2018) o ensino de Física está em crise, e os indícios disso são: a redução considerável da carga-horária obrigatória nas escolas, caindo de 6 aulas para 2 aulas ou menos; a inexistência de laboratórios para atividades práticas; a ausência de professores licenciados na área; o foco em formar os alunos para provas e o distanciamento da aprendizagem científica significativa; conteúdos curriculares focados na mecânica clássica; e o ensino tradicional bancário focado no professor (Moreira, 2018).

Diante disso, a questão que norteou este trabalho foi: como realizar processos de ensino e aprendizagem significativos de Física, resistindo a falta de tempo de aula suficiente, o desprestígio no currículo e a falta de espaço para práticas experimentais na escola? Uma hipótese que elencamos foi que esses processos de ensino e aprendizagem de Física significativos poderiam acontecer por meio de sequências didáticas que partissem da realidade dos estudantes, resgatando a relação dialógica e afetiva com a aprendizagem dessa ciência, e promovendo aulas que levassem a experimentação a partir de coisas do dia a dia dos estudantes.

Meu envolvimento com essa temática se deu a partir dos estágios supervisionados obrigatórios realizados no contexto do cursinho “Pré-ENEM” e “Pré-IFMG”, orientados pelas professoras Denise Ziviani (coordenadora dos projetos e professora de estágio) e Layla Mattos (professora de estágio) da Coordenadoria de Educação (Codaedu) do IFMG campus Ouro Preto, nos quais fomos desafiados a desenvolver o pensamento científico dos estudantes e prepará-los para os processos seletivos de forma não tradicional. As aulas em regência compartilhada eram pensadas na perspectiva Freiriana de partir do conhecimento prévios dos discentes para aprender o conhecimento cobrado das provas e não em decorar informações e realizar questões de prova antigas repetidas vezes. A prática bem-sucedida proporcionou o ingresso de 18 estudantes em 2024 nos cursos técnicos integrados do IFMG e ao menos 4 estudantes foram aprovados em cursos superiores da UFOP e do IFMG, sendo um deles na licenciatura em Física do IFMG.

Ao longo dessa experiência, a convite da professora Layla Mattos, que orienta esse trabalho de pesquisa, e da necessidade de apresentarmos caminhos aos futuros professores de Física para aulas que proporcionem uma aprendizagem ativa aos estudantes, nos debruçamos a investigar os desafios do ensino de Física e propomos sequências didáticas dialógicas e práticas. Assim, essa pesquisa é fruto do meu trabalho com bolsista de iniciação - IC¹ científica vinculado ao projeto “Ensino de Física a partir de uma perspectiva Freiriana: sequências didáticas com um laboratório itinerante”. As sequências didáticas que produzimos podem ser adaptadas pelos professores considerando as características de suas turmas e comunidades escolares. O material didático associado a elas como forma de transformar a sala de aula comum em “laboratórios” poderá contribuir com a interação dos estudantes com a Física de forma a favorecer a assimilação dos conceitos estudados. O processo de produção desses materiais foi organizado detalhadamente para que os professores de Física possam adaptar em suas escolas conforme suas possibilidades.

Durante a produção das sequências didáticas e do material pedagógico, também ingressei na rede estadual como professor regente de aulas de Física. Esse novo papel me desafiou a repensar como integrar as propostas do projeto dentro da carga horária estabelecida. Algumas aulas não foram possíveis de serem realizadas conforme o planejado, principalmente porque ainda estava aprendendo a administrar o tempo de maneira eficaz. Além disso, a realidade da escola, que não dispunha de muito espaço físico e tampouco de um laboratório, me levou a buscar alternativas criativas. Foi necessário pensar em formas de levar para dentro da sala de aula atividades críticas e dialógicas, sem que a falta de infraestrutura fosse um impedimento. Busquei valorizar o conhecimento prévio dos meus alunos, aproveitando o contexto deles, e promover a transformação social através de um ensino que fosse criativo e significativo, mesmo nas condições limitadas em que trabalhava.

Para essa pesquisa assumimos os pressupostos teóricos do educador brasileiro Paulo Freire, referência da corrente pedagógica Libertadora. Segundo Freire (1962), a educação bancária, focada na exposição de conteúdos aos estudantes e centrada na figura do professor, é um desafio a ser superado pelas escolas. Para o educador, esse tipo de

¹ O projeto foi submetido Edital 57/2022 - Programa Institucional de Fomento a Bolsas de Pesquisa do Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG e contou com fomento por meio de bolsa PIBIC Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. A pesquisa teve início 01 do 10 de 2022 e foi concluído em 30 do 09 de 2023 e também contou com a participação da discente Aline Fernanda Mapa Dias como IC voluntária.

educação não possibilita que educadores e educandos construam os processos de ensino e de aprendizagem com dialogicidade, elemento fundamental para aprender.

Segundo Freire (1962), aprender é uma aventura criadora que desafia professores e alunos, juntos, a produzirem conhecimento a partir de uma curiosidade ingênua que surge do senso comum e é superada pela curiosidade epistemológica por meio do conhecimento científico em desenvolvimento nas salas de aula.

Para Freire (1962), os alunos não devem aprender nenhuma ciência para serem aprovados em exames escolares apenas, mas devem aprender para lerem o mundo de forma crítica, através do conhecimento desenvolvido em sala de aula, de forma democrática e reflexiva. Diante desse postulado, entende-se que a prática educativa não é neutra. Educadores e educandos são igualmente sujeitos do processo educacional vivido na sala de aula, e o trabalho é feito com o objetivo de promover a autonomia e o pensamento crítico dos estudantes ao longo do processo de escolarização.

O ensino e a aprendizagem na perspectiva de Freire (1996) é um trabalho de “dodicência”, ou seja, o educador aprende enquanto ensina, pois há uma relação dialógica estabelecida entre ele e seus educandos. Para que isso aconteça, é importante que o docente, em toda sua formação, inicial e continuada, aprenda a refletir sobre sua prática e promova uma sala de aula que resista a educação bancária. A aprendizagem, construída numa Pedagogia Libertadora mergulha no conhecimento prévio dos estudantes e suas experiências para além das vivências na escola, visando construir o novo conhecimento com eles. Tal perspectiva exige que o professor reconheça que a principal tarefa da escola é a democratização do conhecimento (Libâneo, 2017).

Assim sendo, o objetivo geral desta pesquisa foi elaborar um portfólio com sugestões de aulas compostas por um material didático e métodos que sirvam como ponto de partida para o ensino de Física, com intuito de mobilizar os estudantes a interagirem ativamente com o conhecimento a ser construído em salas de aula de escolas públicas. Para alcançar esse objetivo, inicialmente foi realizado um levantamento de pesquisas sobre os desafios relacionados ao ensino de Física, visando compreender as dificuldades enfrentadas tanto por professores quanto por alunos. Em seguida, foram construídas sequências didáticas para o ensino de Física, baseadas em elementos do “Método Freire”, que propõe uma abordagem pedagógica crítica e dialógica, focada na realidade e no contexto dos alunos. Além disso, foram desenvolvidas e adaptadas propostas de materiais didáticos que simulam experimentos relacionados a fenômenos físicos, concebidos para

serem utilizados em salas de aula comuns, proporcionando aos alunos experiências práticas e interativas no estudo da Física.

2. O DIÁLOGO ENTRE A PEDAGOGIA FREIRIANA E OS DESAFIOS DO ENSINO DE FÍSICA

Paulo Freire, educador pernambucano e Patrono da Educação Brasileira², transformou profundamente a pedagogia e a política educacional, alterando a forma como compreendemos a educação e suas implicações sociais. Ao longo de mais de 50 anos de atuação, suas obras deixam claro o impacto da pedagogia da pergunta e da problematização, pois Freire desafiou as formas tradicionais de ensino, propondo uma nova maneira de ver o mundo e suas relações, baseando-se na criticidade e na dialogicidade como ferramentas para a desalienação e a conscientização. Em sua crítica à educação bancária, que reflete uma pedagogia centrada na resposta pronta e em práticas desumanizadoras, homogêneas e opressivas, Freire contesta os métodos que prevalecem nas salas de aula, desde a Educação Básica até o ensino superior. Ele propõe, então, a problematização do contexto e dos saberes por meio do diálogo, o que se opõe ao modelo autoritário e alienante que ele critica.

O processo educacional, conforme Paulo Freire, se configura como um aspecto fundamental de suas proposições epistemológicas e pedagógicas. Freire afirma que “é indiscutível que a natureza do processo educativo seja sempre orientada” e que “o educador tem um papel diferenciado em relação ao educando, embora deva estar disposto à sua própria reeducação” (Freire 1985, p. 76).

A educação proposta por Paulo Freire é profundamente humanista, pois busca promover a humanização dos indivíduos ao se opor a qualquer forma de manipulação. Seu objetivo é posicionar o ser humano como o protagonista do processo educativo, integrando as dimensões existenciais, políticas e éticas (Dantas; Oliveira, 2020). Para Freire (1996), o ato de ensinar exige várias condições essenciais: um método rigoroso, a pesquisa constante, o respeito aos conhecimentos do aluno, a valorização da criticidade, a busca pela estética e pela ética, a vivência dos princípios através do exemplo, a disposição para correr riscos, a abertura ao novo, a rejeição de discriminações e a prática de uma reflexão crítica.

A partir dessa visão, Freire (1985) enfatiza que o processo de ensino-aprendizagem e a apropriação do conhecimento devem ser construídos pelo e para o

² Em 19/06/2024 o Governo Federal relembrou a importância do Educador para a Educação Nacional e seu reconhecimento como patrono da Educação. Fonte: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2024/09/paulo-freire-103-anos-do-patrono-da-educacao-reconhecido-no-mundo>.

educando, levando em consideração suas necessidades, e não as demandas de uma classe dominante. Assim, a pedagogia freireana resgata a importância do respeito ao educando e a busca pela sua autonomia, tendo o diálogo como um ponto essencial do processo educacional. Essa abordagem se fundamenta em dois princípios centrais: a politicidade e a dialogicidade. Para Freire, a educação não é neutra; ela é histórica e baseada na práxis, onde a ação e a reflexão são componentes essenciais. O princípio da politicidade, portanto, propõe uma educação problematizadora, mediada pelo diálogo, visando à transformação social por meio da conscientização da classe trabalhadora (Moreira, 2018).

Questionar o modelo educacional bancário vai além das paredes da escola, pois, para entender as contradições presentes nesse ambiente, é necessário olhar para fora, para a sociedade em geral e para as dinâmicas de poder que a permeiam. Em outras palavras, é essencial observar o contexto histórico e social como um todo. O sistema de ensino que Freire criticava expunha as falhas de uma educação que exclui o sujeito do processo de construção do modelo educacional, tratando-o como um espectador passivo. A proposta de uma educação libertadora, desenvolvida por Freire, foi amplamente abordada em suas obras. Em *Educação como Prática da Liberdade* (1967), ele inicia a pesquisa a partir do vocabulário dos alunos, segue com *Pedagogia do Oprimido* (1987), onde lança as bases para a compreensão e criação de uma nova realidade, e chega a suas últimas publicações, como *Pedagogia da Autonomia* (1996), que reflete sobre a prática docente, destacando o professor como um agente de transformação, ou *Pedagogia da Esperança* (1992), que revisita as ideias da *Pedagogia do Oprimido*.

A abordagem proposta por Freire se fundamenta na ideia de que a educação deve ser entendida como um meio para a conquista da liberdade. Isso significa que o processo de ensino-aprendizagem deve focar na emancipação do ser humano e na construção de um conhecimento que seja tanto abrangente quanto adaptado ao contexto, pois somente assim podemos superar as desigualdades e opressões presentes na sociedade. Freire desenvolve essas ideias em diversas de suas obras, especialmente na *Pedagogia do Oprimido*, enfatizando conceitos como criticidade, diálogo, problematização, politização, humanização e conscientização. Em seus escritos, Freire (1987, p.40) ressalta a importância da problematização como um elemento central nesse processo.

Quanto mais se problematizam os educandos como seres do mundo e com o mundo, mais se sentirão desafiados. Tanto mais desafiados quanto mais se vejam obrigados a responder ao desafio. Desafiados, compreendem o desafio na própria ação de captá-lo. Não, precisamente porque captam o desafio como um problema em suas

conexões com outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica.

Freire(1967) questiona a ideia de que o conhecimento é simplesmente transmitido de forma pronta e acabada, argumentando que, na realidade, o conhecimento é um processo de construção contínua. Para ele, é essencial que o aprendizado esteja conectado às experiências e vivências dos educandos, sendo necessário entender como esses conteúdos podem ser mais bem integrados tanto ao mundo objetivo quanto ao subjetivo dos alunos. Nesse contexto, a problematização surge como um instrumento crucial para promover essa articulação e tornar o processo de ensino mais significativo e contextualizado.

A educação proposta por Freire não apenas se preocupa com os problemas de seu tempo, mas busca soluções equitativas que envolvem relações interativas e afetivas no contexto educacional e social. Baseada em princípios democráticos e inclusivos, sua abordagem visa uma formação solidária e emancipadora, que promova o desenvolvimento de seres humanos mais conscientes e comprometidos com o outro (Fortuna, 2015, p.70). Freire desenvolveu um método de alfabetização que articula os objetivos de ensino com a realidade dos educandos, identificando palavras e temas do cotidiano dos alunos que podem ser usados como "palavras geradoras". Esses temas não se limitam ao conteúdo programático, mas se expandem para questões sociais e políticas, criando um ambiente de reflexão e debate que favorece a formação da consciência crítica.

A Pedagogia Freireana se destaca não apenas pela eficácia e impacto de seus resultados, mas também pela ênfase nos aspectos da dialogicidade, criticidade, reflexividade e conscientização. Essa pedagogia valoriza a diferenciação dos saberes e a importância das experiências de cada ser humano. A Pedagogia libertadora, por sua vez, coloca grande relevância na empatia e no pensamento coletivo. Como afirma Brandão (1981, p.14), um dos princípios fundamentais do método é a crença de que ninguém educa ninguém e ninguém se educa sozinho. A educação, sendo um ato coletivo e solidário, não pode ser imposta ou reduzida a um processo unilateral, onde um sujeito supõe possuir todo o saber sobre o outro, que é forçado a pensar que não sabe nada.

A pedagogia crítica inspirada em Paulo Freire foi profundamente significativa para a educação porque concebia o ato de ensinar como uma atividade de politização. Para Freire (1967), o ser em formação deve se reconhecer como sujeito histórico e político, capaz de transformar seu meio e a si mesmo, ao se libertar de ideologias opressoras. A educação, em sua concepção, é um caminho para a libertação dos

indivíduos das amarras que os oprimem. A liberdade, para ele, é a essência que alimenta a prática educativa, sendo o ensino válido e eficaz na medida em que promove a participação livre e crítica dos educandos.

Freire acreditava firmemente no poder da educação e defendia que esse poder deveria ser utilizado a serviço da coletividade, da libertação, da emancipação e da humanização. Para ele, a educação não poderia ser um instrumento de manipulação para opressão ou alienação, como acontece no sistema dominante. A educação autêntica deveria ser construída com uma abordagem teórico-prática, focada na práxis, para que a reflexão, a ação e a transformação criadora impulsionassem o ensino a um compromisso com a prática libertadora. Como Freire (1981, p.66) afirma, é preciso que o ensino seja uma prática consciente, reflexiva, intencional e que tenha como base a transformação do mundo e das pessoas, com respeito à autonomia e à dignidade humana. Seu legado nos ensina que a esperança, a justiça e a solidariedade são fundamentais na luta contra a opressão e a hostilidade.

2.1. A pedagogia tradicional e o ensino de Física

Ao contrário do que propõe a pedagogia Libertadora defendida na trajetória do Educador Paulo Freire, o ensino tradicional, predominantemente no ensino de Física nas escolas, apresenta limitações que comprometem o desenvolvimento de uma formação significativa dos estudantes (Moreira, 2018).

No ensino de Física, essas dificuldades se tornam ainda mais acentuadas, uma vez que essa ciência exige não apenas a transmissão de informações, mas também a promoção de uma compreensão ativa e crítica das características naturais, conforme aponta Moreira (2021). No entanto, o modelo tradicional, centrado em aulas expositivas e na memorização de fórmulas e definições, muitas vezes reduz a disciplina à reprodução de algoritmos matemáticos e à resolução mecânica de problemas, desconsiderando o seu potencial como ferramenta para interpretar e transformar a realidade.

Essa abordagem no ensino da Física, quase exclusivamente limitada à Física clássica e aos conteúdos de cinemática, dinâmica e eletricidade, é insuficiente para demonstrar a amplitude e a profundidade da ciência física. Tal abordagem descontextualizada, negligencia as conexões entre os conceitos ensinados na sala de aula e os avanços tecnológicos, sociais e ambientais que moldam o mundo contemporâneo. Como resultado, os alunos tendem a compreender a Física como uma disciplina abstrata,

distante de sua realidade cotidiana, contribuindo para o desinteresse e a desconexão em relação ao conteúdo.

A ausência de uma abordagem mais ampla no ensino de Física também reflete a formação insuficiente de muitos professores, que, em sua maioria, não estão preparados para ir além dos conteúdos tradicionais do currículo. Essa lacuna impede a exploração de temas mais contemporâneos, como a Física moderna e suas implicações na sociedade, bem como dificulta o desenvolvimento de competências científicas nos estudantes. Segundo Moreira (2017), a Física desempenha um papel essencial na superação do senso comum, permitindo aos indivíduos compreenderem especificidades complexas de forma crítica e desenvolverem uma consciência epistemológica. No entanto, esses aspectos fundamentais muitas vezes não são priorizados no modelo tradicional de ensino.

Além disso, a centralidade da Física clássica no ensino médio contribui para uma visão fragmentada da ciência, onde os alunos não são estimulados a compreender como conceitos de diferentes áreas se conectam para formar uma visão integrada da natureza. Por exemplo, a relatividade, a física quântica e os estudos sobre a origem do universo são frequentemente ignorados, privando os estudantes de uma compreensão mais ampla das contribuições da Física para a construção do conhecimento humano e para a solução de problemas globais. Esse cenário evidencia a necessidade de uma revisão do ensino de Física, que deve buscar não apenas transmitir conteúdos, mas também contextualizá-los e relacioná-los com os desafios da sociedade. Ao abordar a Física de forma restrita e desatualizada, o modelo tradicional não apenas falha em despertar o interesse dos alunos, mas também compromete sua formação cidadã, ao negligenciar o potencial da Física como instrumento para compreender e atuar sobre o mundo (Ferreira; Silva Filho, 2021).

Para superar os entraves do ensino tradicional, é necessário implementar práticas pedagógicas que transcendam a mera transmissão de conteúdos e valorizem a experimentação, a aprendizagem por investigação e o uso de metodologias ativas. Conforme Vergnaud (1989), o aprendizado significativo ocorre quando os estudantes são desafiados a resolver situações-problemas contextualizadas, que dialogam com sua realidade e despertem sua curiosidade. Essas estratégias não apenas promovem o engajamento, mas também permitem que os conceitos sejam compreendidos de forma mais profunda e significativa, facilitando o desenvolvimento cognitivo.

As aulas experimentais são destacadas nesse contexto, pois oferecem oportunidades para que os estudantes conectem a teoria à prática. Segundo Hodson (1996), a experimentação não deve ser encarada apenas como um momento de

comprovação de teorias previamente ensinadas, mas como um espaço para a formulação de hipóteses, a exploração de práticas e a construção ativa do conhecimento. Essa abordagem não apenas aproxima os alunos da realidade científica, mas também incentiva a questionar, interpretar e aplicar os conceitos físicos em diferentes contextos.

A aprendizagem baseada em investigação é outra estratégia possível, uma vez que promove a formulação de perguntas sérias, a busca por respostas fundamentadas e a análise crítica de dados e resultados. Segundo Dewey (1938), uma investigação é essencial para a formação de indivíduos independentes e reflexivos, capazes de lidar com a complexidade dos problemas do mundo moderno. No ensino de Física, essa possibilita uma maior aproximação das práticas científicas reais, estimulando a criatividade e a capacidade de resolver problemas.

As metodologias ativas, como a aprendizagem colaborativa e o uso de tecnologias digitais, também desempenham um papel crucial. Estudos de Beichner (2007) sobre o modelo de "Sala de Aula Invertida" mostram que a integração de tecnologias, como simulações e ferramentas de modelagem, potencializa o aprendizado, permitindo que os alunos visualizem e manipulem habilidades complexas. Além disso, a aprendizagem colaborativa estimula a troca de ideias, a argumentação e a construção coletiva do conhecimento, competências essenciais para o desenvolvimento de uma visão científica e crítica.

Outra questão fundamental é a necessidade de uma reformulação curricular que contemple conteúdos de Física moderna e contemporânea, como a teoria da relatividade, a física quântica e temas relacionados à sustentabilidade e tecnologia. Segundo Schwab (1973), o currículo deve refletir tanto o contexto social quanto as demandas do mundo em constante transformação. Incorporar essas temáticas não apenas amplia o repertório dos estudantes, mas também torna a Física mais relevante e inserida aos desafios da sociedade atual. Dessa forma, a formação inicial e continuada dos professores de Física deve ser recompensada para que possam adotar essas novas abordagens. Como Freire (1996) enfatiza, ensinar exige compreender a realidade do aluno e transformar a prática pedagógica em um ato dialógico e crítico. Sem professores devidamente preparados para orientações inovadoras, as mudanças propostas metodologias limitadas se consolidarão.

Portanto, a transformação do ensino de Física requer uma combinação de estratégias que priorize o engajamento ativo dos estudantes, a contextualização dos conteúdos e a formação de professores alinhados às demandas do século XXI. Essas mudanças não apenas tornam o aprendizado mais significativo, mas também são

importantes para a formação de cidadãos críticos, autônomos e conscientes de seu papel na sociedade. Diante dos desafios enfrentados pelo ensino tradicional de Física, este trabalho apresenta uma proposta que visa romper com a pedagogia opressora descrita por Freire (1996) e superar a fragmentação dos saberes que caracteriza grande parte das práticas escolares. A abordagem proposta integra teoria e prática de forma orgânica, utilizando situações reais que dialogam com o cotidiano dos alunos. Essa perspectiva possibilita uma aprendizagem ativa e significativa, em que o estudante não é mero receptor de informações, mas um agente crítico e ativo na construção do conhecimento.

Baseada nos pilares da experimentação, da investigação e do uso de tecnologias educacionais, a proposta resgata a essência da Física como uma ciência que não apenas explica as características naturais, mas também contribui para o desenvolvimento de competências cidadãs. Como enfatiza Dewey (1938), a educação deve estar intimamente ligada à experiência, permitindo que os alunos conectem o aprendizado escolar às questões que enfrentam em seu contexto social. A experimentação, nesse sentido, não se limita a reproduzir teorias já consolidadas, mas promove a problematização, a formulação de hipóteses e a validação de ideias, transformando o aprendizado em um processo dinâmico e significativo.

A investigação, por sua vez, é essencial para estimular a curiosidade e a autonomia dos alunos. Segundo Hodson (1996), o ensino de ciências deve aproximar-se das práticas científicas reais, onde o questionamento e a busca por respostas fundamentadas são elementos centrais. Nesse contexto, os alunos aprendem não apenas conceitos financeiros, mas também habilidades como a argumentação, a análise crítica e a tomada de decisões informadas, elementos fundamentais para uma cidadania ativa.

O uso de tecnologias educacionais, como simulações, plataformas digitais e ferramentas de modelagem, também é um diferencial desta proposta. Conforme Beichner (2007), essas tecnologias potencializam a aprendizagem ao facilitar a visualização de características complexas e permitir que os estudantes interajam com os conteúdos de forma mais concreta e dinâmica. Além disso, elas tornam o ensino mais inclusivo, alcançando diversos perfis de alunos e atendendo às demandas de um mundo cada vez mais digitalizado.

A proposta apresentada está fundamentada em uma perspectiva humanista que coloca o estudante no centro do processo de ensino-aprendizagem. Inspirados por Carl Rogers (1969), reforçamos a importância de valorizar as experiências, os interesses e os ritmos de aprendizagem de cada aluno. Nessa visão, o papel do professor é ampliado, cria

condições para que os estudantes construam o conhecimento de maneira autônoma e colaborativa.

Ao enfrentar os desafios históricos do ensino de Física, esta abordagem busca contribuir para uma educação mais inclusiva, crítica e conectada às demandas do século XXI. A Física deixa de ser vista como um conjunto de fórmulas e conceitos desconexos e passa a ser um instrumento para a compreensão do mundo, o desenvolvimento humano e a formação de cidadãos conscientes de seu papel na sociedade. Essa transformação não é apenas uma inovação pedagógica, mas uma resposta às necessidades urgentes de um ensino que respeitem as potencialidades de cada indivíduo e promovam o diálogo entre o conhecimento científico e a vida cotidiana.

3. PERCURSO METODOLÓGICO

Trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo, pois nosso objeto de investigação está contextualizado no ensino de física e na Formação de professores de Física, e as compreensões construídas nesse tipo de pesquisa podem contribuir para “[...] raciocínios articuladores importantes para tomadas de decisão políticas, educacionais, de pesquisa e aos poucos semeiam regiões de inquérito com análises e interpretações rigorosas” (Bicudo, 2011, p.21).

Além disso, o desenvolvimento da pesquisa se deu de forma exploratória, cujo perfil “[...] têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.” (Gil, 2008, p. 27). Essa pesquisa passou por três etapas: análise bibliográfica; análise documental a partir dos resultados de uma oficina; e produção de sequências didáticas que resultaram num portfólio.

Na primeira etapa realizamos um levantamento bibliográfico de artigos científicos relacionados ao ensino de Física disponíveis na plataforma Google acadêmico, a partir das palavras-chaves “Desafios do ensino de Física”. Como critério de seleção dos trabalhos, optamos pelos que indicavam em seus títulos discutir desafios e/ou práticas pedagógicas diferenciadas, os que discutiam prática voltadas para educação básica e estavam em língua portuguesa. O recorte temporal foi de 10 anos, analisando artigos entre publicados entre 2013 e 2023.

Quadro 1 – Levantamento bibliográfico

Título	autor	Ano de publicação
ENSINO DE FÍSICA: OBJETIVOS E IMPOSIÇÕES NO ENSINO MÉDIO	DA ROSA, Cleci Werner; DA ROSA, Álvaro Becker.	2005
LABORATÓRIO CASEIRO: TUBO DE ENSAIO ADAPTADO COMO TUBO DE KUNDT PARA MEDIR A VELOCIDADE DO SOM NO AR	DA COSTA SAAB, Sérgio; CÁSSARO, Fabio Augusto Meira; BRINATTI, André Maurício.	2005

FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES NUMA VISÃO CONSTRUTIVISTA: CONTEXTOS DIDÁTICOS, ESTRATÉGIAS E FORMAS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO EXPERIMENTAL DE FÍSICA.	COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias; WIEHE, Lilian Cristina Nalepinski.	2008
EDUCAR PELA PESQUISA: UMA EXPERIÊNCIA INVESTIGATIVA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA	COELHO, Suzana Maria; TIMM, Rita Mara Bueno; SANTOS, Juliana Mariani.	2010
PAULO FREIRE E O ENSINO DE FÍSICA—O CARÁTER FREIREANO DE RELATOS DE EXPERIÊNCIA DO SNEF	RODRIGUES, IGOR LÔBO SIQUEIRA.	2017
PROJETO PARQUE-ESCOLA: CONTEXTUALIZANDO O ENSINO E PROMOVENDO A APRENDIZAGEM EM FÍSICA	GOMES, FRANCISCO HALYSON FERREIRA; ALVES, SUIANE COSTA.	2018
OS DESAFIOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO	DA SILVA, Patrick Oliveira et al.	2018
UMA ANÁLISE CRÍTICA DO ENSINO DE FÍSICA	MOREIRA, Marco Antonio.	2018
A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA ATRAVÉS DO ENSINO DE COSMOLOGIA: UMA ABORDAGEM CTS PARA A EVOLUÇÃO DO UNIVERSO	BERNADELLI, Rodrigo; LEONEL, André Ary.	2019
ATIVIDADES LÚDICAS NO ENSINO DE FÍSICA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES PARA A EJA	BARBOSA, Alexandre Rodrigues.	2019
METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA: EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO EM MECÂNICA	LIMA, Erison Gadelha de.	2019
NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ACERCA DAS CONTRIBUIÇÕES	TONET, M. D; LEONEL, A. A.	2019

E DESAFIOS PARA O ENSINO DE FÍSICA.		
POSSIBILIDADES E DESAFIOS NA CONTEXTUALIZAÇÃO DOS CONTEÚDOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO	NOGUEIRA, Carolina de Luca Menezes.	2019
A PESQUISA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA: AS PRODUÇÕES DA BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES NO PERÍODO 2012-2017	DIAS, Néryla Vayne Alves. GOMES, Alberto Albuquerque. RABONI, Paulo César de Almeida.	2020
MAL-ESTAR DOCENTE NO ENSINO DE FÍSICA: PERSPECTIVAS E DESAFIOS	AGUIAR, M. D.; SOUSA, F. da S. C. de S.; MACHADO, F. da S.; SANTOS, A. M. dos.	2020
AS POTENCIALIDADES E OS DESAFIOS DO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS	KONZEN, Alessandra Nilles; MENDES, Dawid Freitas; DOS SANTOS, Rosemar Ayres.	2021
COMPLEXIDADE NA FÍSICA E SEU ENSINO: APRESENTAÇÃO DA EDUCAÇÃO ESPECIAL	STUDART, Nelson.	2021
DESAFIOS NO ENSINO DA FÍSICA.	MOREIRA, M. A.	2021
ELETROMAGNETISMO E EDUCAÇÃO: AS DIFICULDADES PERCEBIDAS NO ENSINO DE LEIS FÍSICAS NAS ESCOLAS BRASILEIRAS	GONÇALVES, Daniela.	2021
ENSINO LÚDICO: O USO DE BRINQUEDO NO ENSINO DE ONDULATÓRIA	COSTA, Cleiciane Balieiro da Silva da et al.	2021
ENSINO DE GERAÇÃO DE CAMPO MAGNÉTICO NA PERSPECTIVA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS	BRAGA, Denise Lughy Medeiros et al.	2022

ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE OS DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA	DOS SANTOS, Melissa Pereira; RIBAS, Thilber Falcão; LUDWIG, Cristiane Araújo.	2023
---	---	-------------

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A partir dos dados apresentados por essas pesquisas e fundamentados no referencial teórico das obras de Paulo Freire “Educação como prática da Liberdade”, “Pedagogia do Oprimido” e “Pedagogia da autonomia”, bem como na obra de Carlos Brandão “O método Freire”, elencamos pontos fundamentais para elaborarmos planos de aulas que valorizassem a interação e aprendizagem ativa dos alunos. Essas aulas foram organizadas em forma de sequências didáticas, ou seja, um conjunto de atividades que precisam dialogar entre si e não estão desvinculadas umas das outras no planejamento do professor. O docente avança progressivamente com os conceitos estudados, sem esperar superar o conteúdo em um único encontro, podendo realizar tais atividades em aulas diferentes de forma a introduzir, aprofundar e consolidar a aprendizagem de determinado assunto. As aulas contam com “palavras geradoras” e “temas geradores”, “círculos de cultura”, que são elementos de ensino Freirianos, cuja proposta é explorar o universo vocabular dos alunos para aprender novos conceitos a partir de sua trajetória de vida e interesses.

Para cada sequência didática, buscamos apresentar uma proposta de atividade prática em forma de experimentos simples e que podem ser desenvolvidos em sala com estudantes, com objetivo de simular a experiência de um laboratório. Por fim, elaboramos um portfólio com os planos dessas aulas compostas por sugestão de material didático e de métodos que sirvam de ponto de partida para aulas que mobilizem os estudantes a interagirem com o conhecimento a ser construído em salas de aula de escolas públicas. Ao todo foram produzidas 6 sequências com 18 aulas. Para isso definimos um modelo de plano de aula construído pela professora Layla Mattos e usado nas disciplinas de didática como referência, nele há uma descrição com orientações de como os docentes que se inspirarem no portfólio podem produzir suas próprias aulas.

No decorrer da elaboração das pesquisas e estudos teóricos para elaboração dos planos de aula, optamos por desenvolver uma oficina com a qual pudéssemos socializar e experimentar um dos planos já produzidos. A oficina ocorreu no dia 24 de agosto de 2023, no âmbito da disciplina de Didática, destinada aos alunos dos cursos de licenciatura

em Física e Geografia do IFMG Campus Ouro Preto, ministrada pela professora orientadora desta pesquisa. A proposta da oficina consistiu na aplicação de uma das aulas do portfólio desenvolvido no projeto, com o objetivo de destacar a importância e fornecer uma abordagem prática sobre como trabalhar temas geradores nas aulas e promover maior interação entre os alunos e professores. A aula escolhida pertence à primeira sequência intitulada "Grandezas e Medidas".

A oficina envolveu 11 alunos do curso de Geografia e três alunos de Física. Inicialmente, a sala foi organizada em formato de semicírculo, promovendo a horizontalidade entre os participantes e o bolsista. O proponente introduziu o tema gerador no quadro: "Qual o tamanho do mundo?". As respostas dos alunos foram registradas em uma nuvem de palavras, revelando uma variedade de perspectivas, como "infinito", "muito grande", "enorme" e "impossível de medir". Após consultas na internet, foram apresentadas respostas ditas mais precisas, como "12.756 quilômetros" e "9,5 trilhões de km". Os participantes foram informados sobre a dimensão da Via-Láctea, nossa galáxia que é de porte médio, capaz de abrigar 17 bilhões de planetas como a Terra. Isso levou a uma reflexão sobre a relatividade do tamanho do mundo em relação ao cosmos.

A discussão evoluiu para uma análise mais ampla do conceito de "mundo", com alguns alunos associando-o a conceitos pessoais, como "minha família", "minha casa" e "o planeta Terra", sempre atribuindo-lhes um tamanho específico.

A partir das respostas dos alunos, foram identificadas expressões que indicavam quantidade e intensidade, destacando a palavra geradora "tamanho". O significado e o uso dessa palavra foram discutidos, com exemplos práticos, como "qual o tamanho de fulano". Os alunos então foram desafiados a refletir sobre como expressamos o tamanho de algo, levando à construção conjunta do conceito de grandeza. Um aluno de física definiu "grandeza" como "tudo aquilo que pode ser medido".

As grandezas comumente medidas no dia a dia, como "velocidade", "peso" e "distância", foram discutidas pelos alunos. Em uma atividade prática, dois alunos foram escolhidos para representar quem era o mais alto e o mais baixo. Inicialmente, colocados distantes um do outro, os alunos ficaram indecisos, mas, ao serem colocados lado a lado, conseguiram determinar com certeza. A turma foi dividida em grupos, cada um encarregado de marcar a altura dos alunos usando diferentes unidades, como palmo e pé. A coincidência dos valores levou a uma discussão sobre a necessidade de instrumentos de medida padronizados.

Para obter medidas mais precisas, os alunos utilizaram uma trena fornecida pelo professor. A comparação dos valores destacou a importância do uso de instrumentos de medida iguais. Ao encerrar a aula, o professor provocou uma reflexão sobre como evitar diferenças nas medidas entre as pessoas, destacando a importância do estabelecimento de padrões. Os alunos foram introduzidos ao Sistema Internacional de Unidades (SI), que define sete grandezas fundamentais: Metro, Segundo, Ampere, Kelvin, Quilograma, Candela e Mol. Este sistema desempenha um papel crucial na uniformização das medidas e unidades de medida em escala internacional.

Ao final da oficina os licenciandos tiveram a oportunidade de tirar dúvidas e falar sobre a experiência da atividade desenvolvida a partir de um tema gerador e que demandou participação ativa de toda a turma no processo de ensino e no processo de aprendizagem. Na aula seguinte, os estudantes realizaram uma atividade avaliativa para a disciplina de Didática na qual deveriam explorar um tema ou uma palavra geradora para ensinar Física ou Geografia. Também deveriam explorar o diálogo entre os alunos e aprendizagem ativa do conhecimento. Eles poderiam trazer de casa o conteúdo descrito que usariam para a aula. O resultado dessas avaliações foi discutido pela professora junto a turma, possibilitando reflexão sobre as aulas que apresentaram e ao encerrar a disciplina, as avaliações dos alunos da licenciatura em Física foram analisadas como dado documental nesta pesquisa, e contribuindo para revisarmos a linguagem que apresentamos nos planos e verificarmos se a prática de uso de temas e palavras geradoras foi compreendida com clareza pelos discentes futuros professores de Física.

Os resultados das três etapas citadas, levantamento bibliográfico, análise documental do resultado da oficina e produção dos planos de aula, foram relacionados visando chegar ao objetivo final que foi produzir um portfólio com propostas de aulas que possam servir de exemplo para como os professores de Física podem criar situações em sala que promovem maior interação, diálogo e aprendizagens significativas de ciências.

4. A PEDAGOGIA FREIRIANA COMO UM CAMINHO PARA SUPERAR DESAFIOS DO ENSINO DE FÍSICA

4.1. Desafios do ensino de Física no Brasil

A partir do levantamento bibliográfico selecionamos 22 artigos sobre os desafios do ensino de Física publicados entre 2003 e 2023. Como resultado, as pesquisas de Moreira (2018), Gonçalves (2021), Da Rosa (2005), Studart (2021) e Rodrigues (2017)

apontam que o ensino tradicional se baseia predominantemente na transmissão de conteúdos de forma expositiva e mecânica, focando na memorização de fórmulas e na resolução de exercícios padronizados. Segundo Moreira (2018, p 74), “O ensino de Física nesse nível é tradicional, centrado no docente, na memorização de fórmulas a serem aplicadas na resolução de problemas conhecidos. Com esse ensino, os estudantes só querem passar e usar a regra “matéria passada matéria esquecida.”.

Essa abordagem desconsidera a construção ativa do conhecimento pelos estudantes e limita a ensino para testagem, tornando o aprendizado desmotivador e distante da realidade dos alunos. Diante disso, segundo Moreira (2018, p 75):

Outro sério problema para o ensino de Física, e de outras disciplinas, é a testagem, ou seja, a preparação para a testagem. Professores devem preparar os alunos para a testagem, para as provas, para as respostas corretas a serem reproduzidas em exames locais, nacionais e internacionais. Na Física, os alunos sofrem esse ensino para a testagem, passam nos testes, mas chegam à universidade como se não tivessem estudado Física no Ensino Médio. O mesmo ocorre com outras disciplinas. O ensino para a testagem não é ensino, é só treinamento para respostas de curto prazo.

A falta de contextualização e de estratégias que estimulem a curiosidade e o pensamento crítico faz com que muitos estudantes vejam a disciplina como abstrata e difícil, resultando em baixo engajamento e dificuldades na aprendizagem. Além disso, esse modelo não prepara os alunos para aplicar os conhecimentos físicos em situações do cotidiano ou em desafios científicos e tecnológicos mais amplos, reforçando a necessidade de uma reformulação metodológica que priorize práticas investigativas, experimentação e conexão com o mundo real.

Nessa perspectiva Konzen et al (2021), Dos Santos et al (2023) e Gomes et al (2018) apontam que o ensino de Física ainda é marcado por abordagens mecânicas e descontextualizadas, o que contribui para a falta de interesse dos alunos.

Segundo Konzen *et al.* (2021, p 1), “[...] a Física é uma matéria densa, com muita regra e, em alguns casos, é ensinada com pouco recurso no que diz respeito ao aspecto didático-metodológico”. A complexidade da disciplina, aliada à falta de abordagens pedagógicas mais acessíveis, pode dificultar o aprendizado dos estudantes, tornando o ensino excessivamente teórico e distante da realidade. Nesse sentido, a adoção de métodos inovadores e materiais didáticos mais acessíveis pode tornar o ensino da Física mais envolvente, facilitando a compreensão dos fenômenos do cotidiano e despertando maior interesse nos alunos.

Konzen *et al* (2021) também destacam a importância de metodologias dinâmicas que tornem a disciplina mais envolvente e significativa. De acordo com os autores “[...] precisamos de aulas como a Física experimental, o que pode sanar as dificuldades de aprendizagem dos alunos que precisam de um estímulo para conseguir superar as barreiras da compreensão.” (Konzen *et al.* 2021, p 2). O uso de experimentação, resolução de problemas contextualizados e ensino interativo pode transformar a percepção dos estudantes sobre a Física, mostrando sua relevância para o cotidiano. Ao superar o tradicional foco na memorização e nos cálculos descontextualizados, essas abordagens favorecem uma aprendizagem mais profunda e motivadora.

Segundo, as pesquisas de Bernadelli (2019), Gomes e Suiane (2018), Braga *et al* (2022) e Nogueira (2019) indicam que o ensino de Física muitas vezes se distancia da realidade dos alunos, dificultando a compreensão e tornando a disciplina desinteressante.

Um dos maiores desafios do Ensino de Física consiste na dinâmica do conhecimento compartilhado em sala de aula aliado a vivência do aluno. Muitos educandos são levados a perguntar: por que devo estudar física? Como aplicar o conhecimento de física em ações cotidianas? O que se percebe, de um modo geral, é a exposição dos conteúdos programáticos que se mantem distante da realidade dos mesmos, onde a capacidade criativa e o espírito inventivo são pouquíssimos incentivados (Gomes; Suiane. 2018, p 1).

Essa discussão enfatiza a importância da contextualização para tornar a aprendizagem mais significativa. Relacionar os conteúdos físicos com situações do cotidiano, como fenômenos naturais, tecnologia e aplicações práticas, pode despertar o interesse dos estudantes e ajudá-los a perceber a utilidade da disciplina. Dessa forma, a Física deixa de ser vista como algo abstrato e passa a ser reconhecida como parte essencial da vida.

Lima (2019), da Costa Saaba *et al* (2005) e Coelho *et al* (2008) pontou ainda que a falta de laboratórios e materiais adequados é um dos principais desafios enfrentados no ensino de Física, especialmente em escolas públicas.

A ausência de uma infraestrutura mínima para aulas experimentais, como apontado por da Costa Saaba *et al.* (2005), representa um obstáculo significativo no ensino de Física no nível médio. A experimentação é essencial para que os alunos compreendam os fenômenos físicos de forma concreta, tornando o aprendizado mais dinâmico e próximo da realidade. Quando essa abordagem prática é limitada, o ensino tende a se restringir à teoria, o que pode dificultar a assimilação dos conteúdos e

desmotivar os estudantes. Dessa forma, investir em recursos experimentais é fundamental para tornar o ensino de Física mais eficaz e atrativo. Ressaltando a importância da experimentação como ferramenta essencial para a compreensão dos conceitos físicos. No entanto, a precariedade da infraestrutura escolar dificulta a aplicação de aulas práticas. Como alternativa, o uso de experimentos de baixo custo surge como uma solução viável para aproximar a teoria da prática, tornando a aprendizagem mais concreta e acessível para os estudantes.

Segundo Aguiar et al (2020) e Coelho et al (2008) a qualidade do ensino de Física está diretamente ligada à valorização e capacitação dos professores. Como afirma Aguiar et al (2020):

Pode-se observar que o ensino de física este cada vez mais imotivado, além de alunos que não tem motivação, a falta de estrutura e equipamentos, ou seja, precisa de melhores condições de trabalho, programas que atendam não só as necessidades dos alunos, mas também dos professores. Atualmente os alunos têm um olhar estarecedor sobre a disciplina de física, sem contar com o desânimo e desmotivação dos profissionais da área (Aguiar *et al.* 2020, p10).

Tornando-se um dos principais desafios enfrentados pelos docentes, como a desmotivação, a sobrecarga de trabalho e a falta de formação continuada. O ensino de Física exige profissionais preparados, capazes de aplicar metodologias inovadoras e estimular o pensamento crítico dos alunos. Para isso, é essencial investir em programas de formação continuada e melhorar as condições de trabalho, garantindo que os professores se sintam apoiados e motivados a transformar suas práticas pedagógicas.

Nessa perspectiva Costa et al (2021), Barbosa (2019) e Coelho et al (2010) defendem que a adoção de novas estratégias de ensino podem tornar a Física mais acessível e envolvente.

Faz-se necessário a busca por novas metodologias no ensino de Física. Metodologias essas que favoreçam a aprendizagem do aluno, de maneira que o mesmo possa aprender através da dúvida, dos questionamentos, se tornando um sujeito mais crítico, deixando de lado o papel de apenas receptor e passando a ser construtor do próprio conhecimento. Sendo assim, o presente trabalho buscou, através do uso de atividades lúdicas, promover a aprendizagem significativa (Costa *et al.*, 2021, p.11).

Explorando metodologias alternativas, como atividades lúdicas e investigativas, que favorecem a aprendizagem de maneira mais dinâmica e participativa, O uso de brinquedos para explicar conceitos de Ondulatória ou a implementação de atividades

práticas e investigativas contribui para um ensino mais interativo. Essas abordagens permitem que os alunos participem ativamente do processo de aprendizagem, tornando-o mais prazeroso e eficaz.

Por outro lado, currículo escolar não prestigia o ensino de Física, que inclusive perdeu carga-horária com a reforma do ensino médio conforme apontou Moreira (2018).

Paradoxalmente, no entanto, esse ensino está em crise. A carga horária semanal que chegou a 6 horas-aula por semana, hoje é de 2 ou menos. Aulas de laboratório praticamente não existem. Faltam professores de Física nas escolas e os que existem são obrigados a treinar os alunos para as provas, para as respostas corretas, ao invés de ensinar Física. A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são confundidas com não disciplinaridade e tiram a identidade da Física. Os conteúdos curriculares não vão além da Mecânica Clássica e são abordados da maneira mais tradicional possível, totalmente centrada no professor (Moreira. 2018, p 73)

Por meio das pesquisas observamos que o ensino de Física está centrado na figura do professor e no formalismo matemático. Dias et al (2020) retomam que o ensino de Física ainda se baseia em práticas tradicionais do século passado, e que há uma distância entre os pesquisadores sobre o ensino de Física e os professores que atuam nas escolas, destacando a necessidade de fortalecer parcerias entre esses atores. Dessa forma, os primeiros podem se ambientar dos problemas reais das escolas, e os segundos poderão incorporar os apontamentos das pesquisas para rever suas práticas.

Os desafios do ensino de Física partem da aprendizagem voltada para a cultura dos testes, o que impedem que os alunos aprendam de forma significativa, e sejam comumente treinados para memorizar “[...] mecanicamente fórmulas, definições e respostas certas, para serem reproduzidas nas provas e esquecidas logo depois” (MOREIRA, 2021, p. 2). O autor destaca o desafio de fazer com que os estudantes compreendam conceitos que compõem as fórmulas, pois elas são compostas pelos conceitos. Portanto, precisamos investir num ensino que valorize a aprendizagem dos conceitos físicos, mais do que no formalismo matemático, contribuindo assim para uma maior compreensão dos fenômenos estudados e para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Se o conhecimento prévio é uma variável fundamental para a aprendizagem significativa, é obvio que no início das aulas deve-se buscar informações sobre esse conhecimento prévio dos alunos. Como fazer isso? Pré-teste? É comum que seja feito, mas não adianta muito

porque geralmente é um teste de múltipla escolha que só mede o número de respostas certas sem dar nenhuma informação relevante sobre o conhecimento prévio dos alunos em termos de significado, de compreensão (Moreira, 2021, p. 4).

Para Moreira (2021), se quisermos aprofundar a aprendizagem dos alunos nos conceitos físicos, é importante apresentar a eles situações que façam sentido, buscando exemplos que apresentem um nível de abstração e complexidade adequados ao seu nível de formação dos estudantes, porém, isso não é uma prática comum em aulas de Física.

Outro desafio apresentado por Moreira (2021) é valorizar a criação de modelos e modelagens para o ensino de Física, pois é comum apresentar a Física como uma ciência exata e com teorias definidas, contudo, trata-se de um erro epistemológico, pois é uma ciência em construção. Por isso, é importante que se valorize a experimentação e reflexão sobre o experimento realizado. Há, portanto, a necessidade apontada pelo autor de investirmos em aulas que dialoguem com a Física teórica e a experimental, visando construir com os alunos os conceitos físicos de forma a dar sentido a eles. Por isso, destacamos a importância de pensar formas de levar a experimentação para a sala de aula comum, prevista nesta pesquisa, visto que muitas escolas não dispõem de laboratório de Física ou de acesso à internet e computadores de qualidade para explorar recursos tecnológicos como simuladores.

Tonet e Leonel (2019) apontam também que o currículo desenvolvido nas escolas se encontra desatualizado, não abordando temas relevantes e atuais como a Nanociência e Nanotecnologia. Contudo, destacam que o corpo docente não conta com suporte adequado para trabalhar atualidades, o material didático é escasso e o ensino geralmente não aborda questões diversas relacionadas a temas sociais, éticos, políticos e economia, por vezes relacionados aos conteúdos estudados.

4.2. Sequências didáticas para o ensino de Física numa perspectiva freiriana

A partir dos apontamentos das pesquisas anteriormente apresentadas identificamos elementos que precisam ser considerados ao propormos aulas nas quais a pedagogia libertadora defendida por Paulo Freire fosse base. Para isso, elencamos que as aulas: que criassem momentos mais claros de diálogo e participação das turmas; promovessem a participação ativa dos alunos em momentos de experimentação e debate sobre os resultados; explorassem recursos didáticos que fossem acessíveis e que professores pudessem se sentir motivados a produzir; promovessem o trabalho coletivo

com as turmas interagindo em duplas e grupos; compusessem sequências que partiriam do conhecimento prévio dos alunos e aprofundariam com o conhecimento científico; fossem lúdicas e incluíssem jogos e tecnologias; incluíssem temas atuais, entre outros.

Como resultado principal dessa pesquisa produzimos um portfólio que introduz uma discussão sobre o ensino de Física, além disso, apresenta um modelo de plano de aula com orientações sobre cada elemento dele. O material contribui para que professores de Física não só reproduzam as aulas propostas, mas possam refletir sobre a forma com organizam as etapas de aula, como descrevem o plano, avaliam a aprendizagem dos alunos entre outros elementos da prática docente. Portanto, tem potencial de estimular a formação continuada de professores que já atuam no ensino de física, e para os que estão em formação inicial, pode servir de referência para consolidar as aprendizagens desenvolvidas em disciplinas como Didática, Estágios, Práticas de Ensino, entre outras.

O material que produzimos conta com 6 sequências didáticas compostas por dezoito aulas de Física correspondentes a 6 áreas da Física em escolas de nível médio, conforme detalhado a seguir:

Quadro 2: Lista de sequências didáticas propostas no portfólio

Sequência didática	Aulas
1. INTRODUÇÃO À FÍSICA	1ª aula - A Física como ciência da natureza 2ª aula – Grandezas e medidas 3ª aula - Sistema internacional e a notação científica
2. INTRODUÇÃO À MECÂNICA	1ª aula - O que é Força? 2ª aula - Primeira Lei de Newton – Princípio da Inércia 3ª aula - Força de atrito 4ª aula - A terceira lei de Newton - Ação e Reação 5ª aula - Segunda lei de Newton – Princípio fundamental da Dinâmica 6ª aula - Avaliação e revisão de conceitos físicos - “Corrida newtoniana
3. TERMODINÂMICA	1ª aula - Termodinâmica no dia a dia 2ª aula - Calor e temperatura
4. ONDULATÓRIA	1ª aula - Introdução ao estudo de Ondas 2ª aula - Ondas: Avaliação e revisão de conceitos - “Corrida ondulatória”
5. ÓPTICA	1ª aula - A importância da Luz no cotidiano 2ª aula - Óptica – o olho humano e a relação com a câmera fotográfica

6. ELETROMAGNETISMO	1ª aula – Lei de Ohm a partir do funcionamento do chuveiro 2ª aula – Resistências 3ª aula – Circuitos - associação de resistores
---------------------	---

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

Para essas aulas propomos que os professores explorem palavras e temas que contribuem para o diálogo entre os estudantes e docente, promovendo aulas associadas ao dia a dia dos alunos em suas experiências prévias. Elas também contam com propostas de materiais didáticos interativos, experimentos e jogos, visando promover aprendizagem mais significativas. O material conta com fotos que ajudam a compreender como produzimos o material didático proposto e sugestões. Como são propostas de aulas, escolhemos uma linguagem que indica que estamos conversando com o docente que está lendo o plano, simulando uma conversa; Pois, entendemos que dessa forma ficaria mais claro que ele deve editar o que não fizer sentido para sua turma e para si, promovendo adaptações que julgar necessário.

Nessa perspectiva, a pedagogia de ensino que Freire desenvolveu em uma experiência de alfabetização de adultos na pequena cidade de Angicos, localizada na região central do Rio Grande do Norte, em 1963, nos serviu de inspiração e base. Na época, o Brasil tinha índices de analfabetismo muito altos, e a proposta era alfabetizar 300 pessoas adultas em um trabalho de aproximadamente 40h. Ao invés de seguir cartilhas prontas com frases infantilizadas e desconexas da realidade dos alunos, a equipe de Paulo Freire investiu em fazer um levantamento do universo vocabular da comunidade e suas histórias (Freire, 1997). A partir delas, elencou as chamadas “palavras geradoras” e os “temas geradores” que seriam usadas para ensinar os adultos. A palavra “Tijolo”, é um exemplo sempre usado para exemplificar o método, os educadores discutiam com os alunos os significados que aquela palavra tinha para eles como: as relações de trabalho, moradia, sustento, etc. A partir desses significados, transformavam essa palavra em famílias silábicas (Ta-Te-Ti-To-Tu, Ja-Je-Ji-Jo-Ju, La-Le-Li-Lo-Lu, por exemplo) e construía novas palavras também do universo vocabular dos sujeitos (La-Ta; Te-La, por exemplo). As aulas não seguiam o modelo tradicional de alunos enfileirados em uma sala de aula regular, aconteciam em círculos de cultura de salas improvisadas, nos quais os educandos estavam numa relação de igual importância com o educador que mediava sua aprendizagem.

Dessa forma, o educador não só ensinava as palavras, mas os significados delas na vida das pessoas, eles aprendiam a ler o mundo e não só as palavras, como ele mesmo dizia.

Os resultados obtidos — 300 trabalhadores alfabetizados em 45 dias — impressionaram profundamente a opinião pública. Decidiu-se aplicar o método em todo o território nacional, mas desta vez com o apoio do Governo Federal. E foi assim que, entre junho de 1963 e março de 1964, foram realizados cursos de formação de coordenadores na maior parte das Capitais dos Estados brasileiros (no Estado da Guanabara se inscreveram mais de 6.000 pessoas; igualmente criaram-se cursos nos Estados do Rio Grande do Norte, São Paulo, Bahia, Sergipe e Rio Grande do Sul, que agrupavam vários milhares de pessoas. O plano de ação de 1964 previa a instalação de 20.000 círculos de cultura, capazes de formar, no mesmo ano, por volta de 2 milhões de alunos. Cada círculo educava, em dois meses, 30 alunos (Brandão, 2017, p.115).

A experiência bastante exitosa foi interrompida pela repressão da Ditadura Militar, mas depois da redemocratização, a pedagogia defendida por Freire influencia a formação de professores para atuarem na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) e demais modalidades de ensino até os dias atuais.

No entanto, o “Método Freire” não se restringe apenas a alfabetização. A ideia central de tornar o conhecimento significativo aos estudantes a partir de seus conhecimentos prévios e elementos do seu dia a dia pode ser aplicadas as mais diversas ciências que se quer ensinar na escola. Além de Freire, vários pensadores clássicos da Educação como Dewey e Piaget já enfatizavam que a Educação tradicional não é o melhor caminho para se construir aprendizagens significativas (Malheiros, 2019), portanto, havemos de nos debruçar sobre formas de democratizar o conhecimento por meio de uma pedagogia preocupadas de fato com a aprendizagem dos estudantes e com a transformação da sociedade que os cerca.

4.2.1. Temas geradores explorados nas sequências didáticas

Aos focarmos no ensino de Física, a aprendizagem é voltada para a cultura dos testes, o que impedem os alunos aprendam de forma significativa, eles comumente são treinados para memorizar “[...] mecanicamente fórmulas, definições e respostas certas, para serem reproduzidas nas provas e esquecidas logo depois” (Moreira, 2021, p. 2).

O autor destaca o desafio de fazer com que os estudantes compreendam conceitos que compõem as fórmulas, pois elas são compostas pelos conceitos. Portanto, precisamos investir num ensino que valorize a aprendizagem dos conceitos físicos mais do que no

formalismo matemático, contribuindo assim para uma maior compreensão dos fenômenos estudados e para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Se o conhecimento prévio é uma variável fundamental para a aprendizagem significativa, é obvio que no início das aulas deve-se buscar informações sobre esse conhecimento prévio dos alunos. Como fazer isso? Pré-teste? É comum que seja feito, mas não adianta muito porque geralmente é um teste de múltipla escolha que só mede o número de respostas certas sem dar nenhuma informação relevante sobre o conhecimento prévio dos alunos em termos de significado, de compreensão (Moreira, 2021, p. 4).

Por isso, optamos por trazer os elementos do “Método Freire” para este projeto, explorando “palavra geradora”, “tema gerador” e a mediação em “círculos de cultura” para o ensino de Física, considerando explorar o universo vocabular e a cultura dos alunos para ensinar Física de forma significativa, dialógica e interativa, buscando valorizar os conhecimentos prévios que podem trazer para aula. A seguir apresentamos recortes de exemplos de como trabalhamos esses elementos nos planos de aula, das 18 aulas das seis sequências didáticas 11 contaram com palavras, perguntas ou temas geradores, as aulas completas estão no apêndice 1.

O trecho da aula a seguir, é sobre a História da Física, o que e ela estuda quais são os avanços, como ela tem impacto direto em nossas vidas e quais são suas grandes áreas (Mecânica, Termologia, Óptica, Ondulatória, Eletricidade e noções de Física Moderna):

*Inicialmente o professor montará uma mesa com objetos do dia a dia que remetem à grandes áreas da Física, como uma garrafa de café, um imã de geladeira, uma balança, um relógio, um rádio... coisas comuns e que podem ser encontradas em casa. Os alunos deverão ser organizados em um semicírculo em volta dessa mesa. Como tema gerador o docente deverá perguntar aos alunos “Quem inventou essas coisas?” Os estudantes poderão inclusive usar o celular, caso disponham, para pesquisar a história por trás de alguns objetos. O aluno que tiver a informação deverá socializar com a turma. É importante que previamente o professor disponibilize junto aos objetos uma descrição sobre quem o inventou e quando, caso os alunos não tenham acesso à informação, assim eles poderão buscá-la ali mesmo. O educador explorará com os alunos o tempo em que cada objeto foi inventado e como eles tem importância para o dia a dia da vida que levamos hoje, como foram aprimorados com o tempo, ou como foram substituídos por outras descobertas. A partir daí a palavra geradora será **invenção**, e os alunos serão convidados a imaginar como as pessoas que tiveram a ideia chegaram aos produtos ali dispostos. (Trecho da primeira aula da sequência didática Introdução a Física, grifo do autor.)*

A escolha da palavra geradora “invenção” é fundamental para esta aula, pois promove uma conexão direta entre o cotidiano dos alunos e o universo científico, especialmente com a Física. Essa palavra permite que os educandos compreendam que muitas das comodidades e tecnologias que usamos hoje surgiram a partir de descobertas científicas e processos criativos complexos.

O termo “invenção” também desperta a curiosidade dos estudantes, instigando-os a pensar criticamente sobre a origem dos objetos apresentados na atividade, além do trabalho e das etapas de pesquisa, experimentação e aperfeiçoamento necessários para desenvolvê-los. A reflexão sobre as invenções permite explorar o papel essencial da observação e da experimentação científica, conceitos centrais da Física.

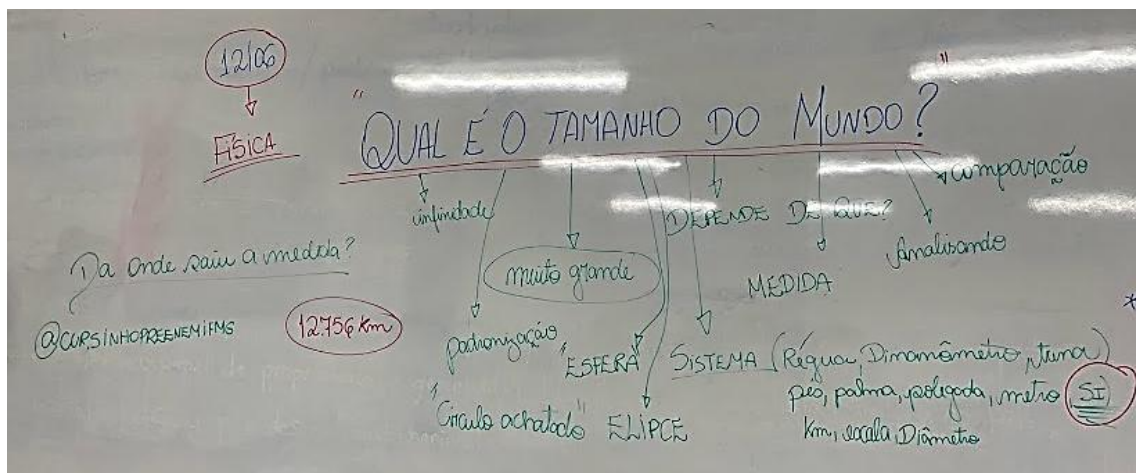
Ao estimular os alunos a investigarem “quem inventou essas coisas” e imaginarem os desafios enfrentados pelos inventores, a aula contribui para o desenvolvimento de habilidades como a pesquisa, o raciocínio lógico e a criatividade. Mais do que isso, ao reconhecer de forma crítica a história por trás de cada invenção. Assim, a palavra geradora “invenção” serve como um ponto de partida para uma abordagem reflexiva, crítica e interativa sobre ciência, inovação e a importância da Física na sociedade.

Ainda na primeira sequência: introdução a Física na segunda aula utilizamos outro tema gerador para mediar o ensino a respeito de grandezas físicas a importância da padronização das unidades de medida:

*Os educandos serão organizados em semicírculo de modo que possam visualizar o quadro. Propomos como tema “**O tamanho do mundo**”. Inicialmente, o docente escreverá no quadro a questão “Qual é o tamanho do mundo?”. A resposta dos estudantes será escrita no quadro em formato de nuvem de palavras. As respostas podem ser diversas, como “o mundo é muito grande”, “São muitos km”, os alunos também podem arriscar valores e até podem recorrer a internet para buscar o diâmetro da Terra. Todas essas respostas podem ser exploradas para a compreensão dos conceitos que pretendemos trabalhar. O docente estimulará que façam comparações como: é grande ou pequeno comparado a o quê? (Trecho da segunda aula da sequência Introdução a Física, grifo do autor.)*

A utilização do tema gerador “O tamanho do mundo” nesta aula é fundamental para introduzir os conceitos de grandezas físicas e unidades de medida de maneira contextualizada e significativa para os alunos. Ao iniciar a discussão com a pergunta “Qual é o tamanho do mundo?”, os estudantes são incentivados a refletir sobre suas percepções e conhecimentos prévios, promovendo um ambiente de diálogo e construção coletiva do saber. A seguir podemos ver um exemplo de como esse tema foi trabalhado:

Figura 1: Quadro com o tema gerador trabalhado na aula 2 em uma aula do Pré-ENEM no IFMG - OP.



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

Essa abordagem facilita a compreensão de como avaliamos e comparamos dimensões no cotidiano, levando os educandos a reconhecerem a necessidade de padrões e instrumentos de medida para descrever quantitativamente o mundo ao nosso redor. Ao relacionar o tema gerador com situações práticas, como medir a altura de colegas ou discutir a extensão de uma estrada, os estudantes percebem a aplicabilidade dos conceitos físicos em suas vidas diárias.

Além disso, ao explorar o tema "tamanho", os alunos são levados a entender a importância de sistemas padronizados de unidades de medida, como o Sistema Internacional de Unidades, garantindo uniformidade e precisão nas medições. Essa contextualização torna o aprendizado mais interessante e significativo, facilitando a assimilação dos conceitos de grandezas físicas e a importância das unidades de medida na ciência e no cotidiano.

Ao utilizar temas geradores, o educador parte de elementos presentes no cotidiano dos estudantes, criando uma conexão direta entre o conteúdo e a vivência pessoal de cada um, como podemos observar na primeira aula da sequência didática introdução a mecânica onde a palavra geradora foi escolhida para trabalhar o conceito e os tipos de força:

Como a palavra “força” é muito comum no vocabulário dos estudantes, ela será a palavra geradora do debate inicial que levantará o conhecimento prévio dos alunos. No primeiro momento o docente escreverá uma frase contendo a palavra força no centro do quadro e convidar os alunos pensarem no significado que ela tem. Exemplo de frase: “O carro apresentou um defeito e precisamos três pessoas para fazer força e levá-lo para o acostamento”. “Marta chutou a bola com

muita força e marcou o gol!” (Trecho da primeira aula da sequência didática Introdução a Mecânica, grifo do autor.)

O uso do tema gerador “força” nesta aula pode contribuir para os estudantes estabelecerem uma conexão entre o conhecimento prévio que detêm e o conceito físico que será trabalhado. A palavra “força” é amplamente utilizada no cotidiano dos estudantes, o que facilita sua apropriação e permite que a aprendizagem ocorra de forma significativa. Essa abordagem dialogada e contextualizada, inspirada na perspectiva freiriana, promove um ensino ativo, no qual os alunos constroem o conhecimento de maneira coletiva e reflexiva. Ao iniciar a aula com exemplos práticos e expressões comuns que contêm a palavra “força”, os alunos são incentivados a identificar e discutir os diferentes significados dessa palavra, associando-a a ações como empurrar, puxar, levantar e impulsionar. Esse processo estimula a problematização e a participação ativa, tornando o conceito de força mais acessível e compreensível.

Além disso, ao relacionar a palavra geradora com situações concretas e fenômenos do dia a dia, como o chute de uma bola ou a necessidade de empregar força para mover um carro, os estudantes conseguem visualizar e interpretar a aplicação do conceito de forma mais intuitiva. Isso possibilita que a construção do conhecimento ocorra de maneira mais orgânica, favorecendo a internalização do conceito de força como grandeza física e sua distinção entre forças de contato e forças de campo.

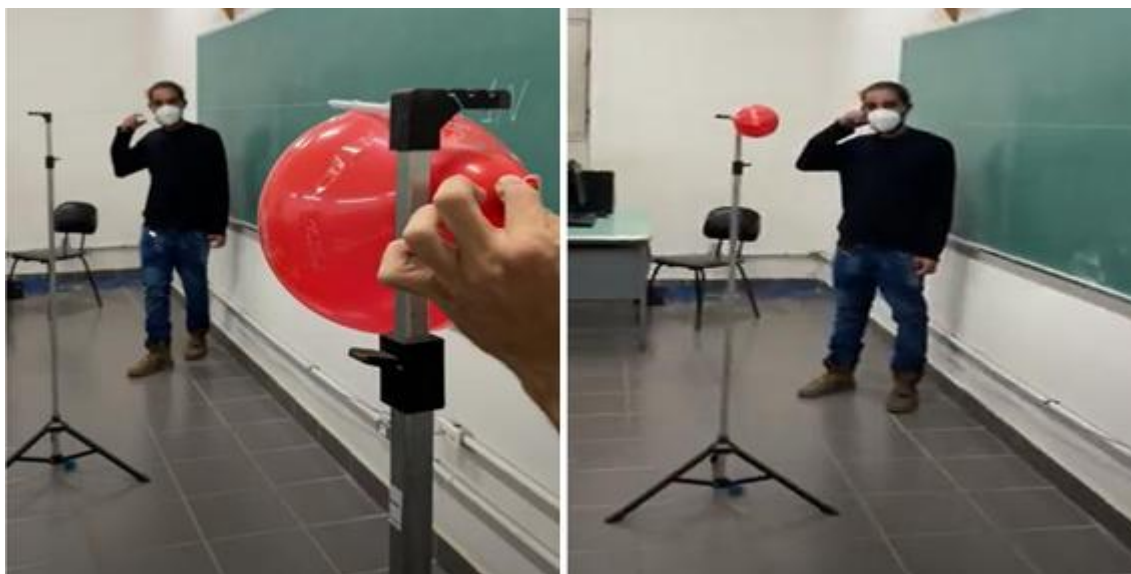
Ainda na sequência introdução a mecânica na quarta aula, escolhemos uma palavra geradora para trabalhar a terceira Lei de Newton e explicar o conceito de força de ação e reação que existem aos pares e quais suas naturezas como podemos ver a seguir:

Nesta aula o docente organizará os estudantes em grupos de no máximo quatro integrantes, com o intuito de realizar a atividade “SUPER BALÃO”. O objetivo dessa atividade é, a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, observar o fenômeno de ação e reação. Antes de iniciar o experimento, o docente conversará sobre quais os significados que os alunos atribuem a palavra “reagir” e a partir da fala dos estudantes fará uma nuvem de palavras no quadro. A partir das respostas dos estudantes o docente associará os exemplos de reação apresentados pelos alunos a ações anteriores. Então poderá sintetizar a 3ª lei de Newton retomando os estudos das forças, realizado em aulas passadas. (Trecho da quarta aula da sequência introdução a Mecânica, grifo do autor.)

A importância do tema gerador nesta aula está na conexão entre um conceito fundamental da Física – a Terceira Lei de Newton – e as experiências cotidianas dos alunos. Para isso a palavra “reagir” serve como ponto de partida para o debate inicial,

permitindo que os estudantes relacionem seu conhecimento prévio ao fenômeno físico de ação e reação. Dessa forma, a abordagem torna o aprendizado mais acessível e significativo, deste modo com a atividade “SUPER BALÃO” possibilita uma aprendizagem ativa, onde os alunos não apenas observam, mas experimentam diretamente os efeitos das forças de ação e reação. A construção do experimento com materiais simples e de baixo custo reforça a ideia de que a ciência pode ser explorada com recursos acessíveis, estimulando a curiosidade e o pensamento crítico dos alunos, como pode ser observado na figura 2, a seguir:

Figura 2: Experimento com o balão na aula do Pré-ENEM no IFMG - OP



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

Além disso, ao trabalhar em grupo, os estudantes desenvolvem habilidades de cooperação, argumentação e análise, fortalecendo sua compreensão sobre a interação entre forças. A contextualização do conceito de ação e reação na atividade prática favorece a internalização do conhecimento, preparando os alunos para aplicar a Física em diferentes situações do dia a dia.

Na primeira aula da sequência didática sobre Termodinâmica, a questão geradora foi utilizada para explorar o conceito de estado físico da água e as mudanças que ocorrem devido às variações de temperatura, como podemos observar. Esse início permite que os alunos analisem fenômenos do dia a dia, como a água fervendo e evaporando, a formação de gotículas em superfícies frias e o congelamento da água. Assim, o aprendizado se torna mais relevante, pois conecta o conteúdo teórico às vivências cotidianas dos estudantes.

O professor organizará a sala em semicírculo e escreverá no quadro "Qual o melhor café do mundo? Então, fará um levantamento do que os alunos sabem a respeito de como preparar um "Bom Café". Posteriormente, o docente pedirá aos alunos que escrevam em uma folha de papel uma receita com as proporções necessárias para fazer um bom café. (Trecho da primeira aula da sequência didática Termodinâmica)

A questão geradora desta aula desempenha um papel de despertar o interesse dos alunos e incentivar a construção do conhecimento de forma participativa. Ao questionar "Qual o melhor café do mundo?", o docente estimula a troca de experiências e o levantamento de saberes prévios, permitindo que os estudantes compartilhem suas percepções sobre o preparo do café. Essa abordagem torna a aprendizagem mais significativa, pois parte de uma vivência cotidiana e leva os alunos a refletirem sobre os processos envolvidos na transformação do café. Além disso, a atividade promove o diálogo transdisciplinar, integrando conceitos da Química, Física, Biologia, História e Geografia, ao explorar as etapas de produção do café e as mudanças de estado físico da água durante seu preparo.

Na segunda aula da sequência didática sobre termodinâmica, abordamos uma nova questão geradora para introduzir o conceito de calor. Essa área da Física se dedica ao estudo dos fenômenos associados à transferência de energia térmica e às diferentes formas como essa energia se propaga.

*Os educandos serão organizados em semicírculo de modo que possam visualizar o quadro onde estará a seguinte frase "**Calor e Temperatura significam a mesma coisa?**" As respostas dos estudantes serão escritas no quadro em formato de nuvem de palavras. As respostas podem ser diversas, como: sim, são a mesma coisa ou não são a mesma coisa. Em seguida, docente realizará uma dinâmica com os alunos para verificar se o tato é um bom medidor de temperatura e estimar o grau de temperatura dos colegas. (Trecho da segunda aula da sequência didática Termodinâmica, grifo do autor.)*

A questão geradora proposta para essa aula pode estimular a reflexão dos alunos sobre as diferenças entre calor e temperatura, conceitos frequentemente confundidos no cotidiano. Ao iniciar o debate com uma pergunta instigante, os estudantes são incentivados a expressar suas ideias e confrontar percepções prévias, o que pode favorecer um aprendizado de Física e estimular o senso de investigação. Pois, segundo Freire (1996) ensinar exige que o professor estimule a curiosidade e a pergunta, diferente de aulas tipicamente expositivas nas quais o estudante é ouvinte passivo do conteúdo explicitado. Segundo Freire (1996, p. 21) "Quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um

ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, a suas inibições; um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho – a de ensinar e não a de transferir conhecimento.”.

Além disso, a dinâmica envolvendo o tato como medidor de temperatura permite que os alunos percebam, na prática, as limitações desse sentido para avaliar variações térmicas, destacando a importância dos instrumentos científicos na medição precisa. O debate sobre os diferentes modos de propagação do calor—condução, convecção e irradiação—ajuda a conectar os conceitos teóricos com situações do dia a dia, tornando a aprendizagem mais concreta.

Ao final da atividade, a proposta de exemplificação pelos próprios alunos reforça a construção do conhecimento de forma ativa, permitindo que eles identifiquem e expliquem fenômenos térmicos presentes em seu cotidiano. Dessa maneira, a questão geradora não apenas desperta a curiosidade, mas também promove o desenvolvimento do pensamento crítico e a aplicação dos conceitos estudados em diferentes contextos. Questionar, perguntar, investigar e explicar o que encontrou faz parte do processo de aprender ciências e para Freire (1996) é uma exigência da prática de qualquer professor:

Estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou com aquela pergunta em lugar da passividade em face das explicações discursivas do professor, espécies de resposta a perguntas que não foram feitas. Isto não significa realmente que devamos reduzir a atividade docente em nome da defesa da curiosidade necessária, a puro vai-e-vem de perguntas e respostas, que burocraticamente se esterilizam. A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos em que o professor expõe ou fala do objeto. O fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. O que importa é que professor e alunos se assumam epistemologicamente curiosos (Freire, 1996, p. 34)

Na sequência didática de Ondulatória foi escolhida uma palavra geradora para apresentar o conceito Físico de ondas e as suas classificações, características e sua natureza, visando apresentar de maneira clara como e onde elas estão presentes no nosso cotidiano.

A palavra geradora dessa aula será “onda” por conta de sua ampla utilização cotidiana. No primeiro momento o docente escreverá uma frase contendo a palavra força no centro do quadro e convidar os alunos pensarem no significado que ela tem. Exemplo de frase: "As ondas de rádio transmitem sinais para nossos dispositivos eletrônicos". A partir das respostas o docente perguntará aos alunos que

significados a palavra Onda tem na vida deles e que deem exemplos de onde a palavra “onda” é utilizada (é esperado que eles falem sobre diversos exemplos de ondas: como a do mar, de calor/frio etc.). Assim, os alunos são convidados participar de uma atividade sobre “máquina de ondas” que consiste em um material didático simples e de fácil produção(...) (Trecho da primeira aula da sequência didática Ondulatória, grifo do autor.)

A escolha da palavra geradora “onda” para essa aula é fundamental, pois permite que os educandos iniciem o aprendizado a partir de um termo que já conhecem e utilizam no cotidiano, antes mesmo de analisar o conceito. Esse ponto de partida facilita a conexão entre conceitos científicos e experiências práticas, tornando o ensino mais significativo. Ao incentivar os educandos a refletirem sobre os diferentes significados da palavra “onda”, o docente promove uma abordagem interdisciplinar e contextualizada.

Os estudantes podem relacionar o termo a fenômenos naturais, como as ondas do mar, e tecnológicos, como as ondas de rádio e micro-ondas, compreendendo a amplitude do conceito. Ainda que a Física seja uma ciência muito experienciada no cotidiano, o estudante que aprende focado no formalismo matemático questionado por Moreira (2018) pode perder a oportunidade de dar sentido aquela aprendizagem fora das atividades escolares. Outras palavras como “amplitude”, “frequência” entre outras do estudo de Ondas ao serem exploradas como geradoras de debate e diálogo, também podem dar sentido aos cálculos e contribuir para maior compreensão dos conceitos e fenômenos em estudo. A introdução prática com a “máquina de ondas” representada pela figura 3, reforça essa aprendizagem ao proporcionar uma experiência sensorial e interativa:

Figura 3: Demonstração do experimento com a “máquina de ondas” na aula do Pré-ENEM no IFMG - OP



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

A dinâmica da "máquina de ondas" reforça a importância da experimentação na educação, pois permite que os alunos observem diretamente a propagação de uma perturbação em um meio físico, tornando concretos conceitos abstratos como amplitude, frequência e velocidade de propagação. A interação ativa dos estudantes, ao manipular a fita e analisar suas oscilações, promove uma aprendizagem investigativa e participativa, na qual a construção do conhecimento ocorre por meio da experiência e da reflexão coletiva. Esse processo se alinha a pedagogia libertadora, que critica a educação bancária e defende um ensino emancipador, onde o aluno não apenas recebe informações, mas questiona, analisa e reconstrói o saber.

Além disso, a atividade promove um aprendizado interdisciplinar, relacionando as ondas mecânicas e eletromagnéticas a diversas áreas do conhecimento, como tecnologia, comunicação e música. Ao perceberem a aplicação prática dos conceitos discutidos, os alunos desenvolvem uma visão mais crítica e contextualizada da ciência, compreendendo sua relevância na sociedade. O debate final, mediado pelo docente, não apenas reforça os conceitos estudados, mas também instiga nos educandos a curiosidade epistemológica, transformando sua percepção inicial sobre ondas em um entendimento mais aprofundado e reflexivo. Assim, essa abordagem não apenas ensina física, mas também contribui para a formação de sujeitos críticos e ativos na construção do próprio conhecimento.

Na sequência didática de Óptica na primeira aula a questão geradora foi utilizada para trabalhar de forma mais ampla o conceito de luz, desde sua definição como uma forma de energia radiante até conceitos fundamentais como raios de luz, feixes de luz, fontes primárias e secundárias de luz e meios ópticos (transparente, translúcido e opaco). Também menciona a importância da luz como uma onda eletromagnética e sua propagação em diferentes meios, superfícies e materiais, destacando sua relevância em diversos aspectos da ciência e do cotidiano.

*Com os estudantes organizados em um semicírculo direcionado para o quadro, o docente iniciará perguntando aos estudantes “**Qual é a importância da Luz na sua rotina?**”. A partir da fala dos estudantes, o docente explorará o é que a Luz para a física é uma fração do espectro eletromagnético que impressiona os olhos. Como as ondas eletromagnéticas carregam energia e se propagam por radiação, é costume dizer que a luz é uma forma de energia radiante. Uma forma de representar as ondas irradiadas dos objetos são os segmentos orientados, denominados raios de luz, dirigidos do objeto para o observador. Então, o docente convidará dois estudantes para ajudar com uma atividade de observação: (Trecho da primeira aula da sequência didática Óptica, grifo do autor)*

A questão geradora “Qual é a importância da luz na sua rotina?” é essencial para iniciar essa aula, pois desperta o interesse dos educandos ao relacionar o tema com experiências do dia a dia. Essa abordagem permite que os estudantes percebam a luz não apenas como algo comum, mas como um fenômeno fundamental para diversas atividades humanas, como enxergar, cultivar plantas, regular o ciclo do sono e até mesmo para o funcionamento da tecnologia.

Ao estimular essa reflexão inicial, o docente cria um ambiente propício para a participação ativa dos alunos, incentivando-os a compartilhar percepções e conectar seus

conhecimentos prévios com o conteúdo que será explorado. Propomos temas geradores geralmente em formato de pergunta pois compreendemos que o estudante não deve apenas memorizar a definição de um conceito, ao contrário, aprenderá mais se fizer mais perguntas do tipo: “como funciona?”, “Por que isso acontece?”, “O que causa esse fenômeno”, entre outras. Freire (1996) aborda essa perspectiva dizendo que:

Exercer a minha curiosidade de forma correta é um direito que tenho como gente e a que corresponde o dever de lutar por ele, o direito à curiosidade. Com a curiosidade *domesticada* posso alcançar a memorização mecânica do perfil deste ou daquele objeto, mas não o aprendizado real ou o conhecimento cabal do objeto. A construção ou a produção do conhecimento do objeto implica o exercício da curiosidade, sua capacidade crítica de “tomar distância” do objeto, de observá-lo, de delimitá-lo, de cindi-lo, de “cercar” o objeto ou fazer sua *aproximação* metódica, sua capacidade de comparar, de perguntar (Freire, 1996, p.34)

Diante disso, associamos a questão geradora a uma atividade prática simples realizada com a caixa de papelão, como pode ser vista na figura 4, que reforça o conceito de que a luz é essencial para a visão, tornando a aprendizagem mais concreta e significativa.

Figura 4: Fotos da atividade realizada com a caixa



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

Ao introduzir os conceitos de raios e feixes de luz e explorar a forma como a luz se propaga em diferentes meios, os alunos desenvolvem uma compreensão mais aprofundada sobre suas propriedades e aplicações. O experimento com a janela permite que eles analisem, na prática, como a luz interage com diferentes materiais, levando-os a construir conhecimento de forma investigativa. Dessa maneira, essa questão geradora não apenas desperta a curiosidade dos alunos, mas também os conduz à construção ativa do conhecimento, tornando a aula mais envolvente e eficaz.

Ainda na sequência didática Óptica na segunda aula, escolhemos uma questão geradora para trabalhar como a estrutura do olho humano, quais as partes e suas respectivas funções e como acontece a formação da imagem em nosso olho, aproveitamos para mostrar que os mecanismos do olho podem ser comparados aos de uma câmera fotográfica:

*No primeiro momento: O docente organizará a sala em semicírculo ao redor de uma mesa, que ficará posicionada ao centro da sala com alguns objetos como: caixa de sapato, lupa, papel vegetal. Em seguida, o docente lançará o seguinte questionamento: “**Como conseguimos captar a luz?** Possíveis respostas: com os olhos, através da visão. A partir daí o docente explicará quais são as partes do olho humano, e como ele funciona, e ainda mostrar que o olho humano pode ser comparado com uma máquina fotográfica, onde além de convergente conjuga imagens reais e invertidas exatamente sobre a retina. (Trecho da segunda aula da sequência didática Óptica, grifo do autor)*

A questão geradora "Como conseguimos captar a luz?" contribui para essa aula, pois desperta a curiosidade dos educandos e estimula o pensamento crítico sobre um fenômeno essencial no cotidiano: a visão. Esse questionamento inicial cria um ponto de partida para que os educandos reflitam sobre a interação entre a luz e o olho humano, promovendo uma construção ativa do conhecimento. Além disso, essa abordagem permite que os alunos estabeleçam conexões entre a biologia e a física, compreendendo como o olho humano funciona de maneira análoga a uma câmera fotográfica. A comparação entre a pupila e o diafragma, bem como entre a retina e o filme fotossensível, facilita a assimilação dos conceitos ópticos de formação de imagens.

Ao organizar a sala em semicírculo e utilizar objetos concretos, como uma lupa e papel vegetal, o professor incentiva a participação ativa e torna o aprendizado mais dinâmico e envolvente. Dessa forma, essa questão geradora não apenas direciona a aula, mas também reforça a importância da luz na percepção visual, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa do tema.

Na sequência didática Eletromagnetismo na segunda aula, foi selecionada uma palavra geradora para explorar a variação da resistividade com a temperatura e aprofundar o entendimento da primeira lei de Ohm, introduzida na aula inicial.

No primeiro momento o docente começará relembrando o que foi trabalhado na aula do funcionamento do chuveiro dando ênfase na palavra “resistência” e possíveis significados para ela. Exemplos: impedimento, dificuldade, suporte etc. Em seguida ele organizará a sala em semicírculo levar novamente um chuveiro e desmontá-lo com a turma. O docente tirará a resistência do chuveiro e realizar uma prática com os educandos que consiste em fazer uma associação em uma série de pilha. (Trecho da segunda aula da sequência didática Eletromagnetismo, grifo do autor).

A questão geradora “resistência” permite que os educandos relacionem o conceito físico com situações do dia a dia, como o funcionamento do chuveiro elétrico. Ao iniciar a discussão sobre os diferentes significados da palavra, o docente estabelece uma conexão entre o conhecimento prévio dos estudantes e a aplicação do conceito de resistência elétrica. A abordagem prática, desmontando um chuveiro e realizando um experimento com resistências em série, torna o aprendizado mais concreto e dinâmico. A escolha por esse caminho metodológico vem da ideia de estimular nos estudantes a curiosidade epistemológica que segundo Freire (1996) está relacionada a superar o conhecimento ingênuo que o estudante traz consigo e aprofundar esse conhecimento em sala de aula. Para ele, a aula de um bom professor “é um desafio e não uma “cantiga de ninar”. Seus alunos *cansam*, não *dormem*. Cansam porque acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas pausas, suas dúvidas, suas incertezas.” (Freire, 1996, p. 34).

Além disso, a atividade experimental possibilita a compreensão da relação entre resistência, corrente elétrica e geração de calor, conforme descrito pela Lei de Ohm. Dessa forma, os educandos não apenas compreendem o princípio físico envolvido, mas também percebem sua importância na regulação da temperatura da água no banho, tornando o aprendizado mais significativo e aplicável ao cotidiano.

Ainda na sequência didática Eletromagnetismo na terceira aula foi utilizada uma palavra geradora para trabalhar os conceitos de associação de resistores quais os tipos de associações série paralelo e mista, e qual a função de cada uma e onde estão presentes.

Inicialmente o professor organizará a sala em um semicírculo em volta de uma mesa na qual estarão apresentados diversos componentes eletrônicos: lâmpada, pilha, bateria, resistores, capacitores,

geradores, condutores e indutores. Posteriormente o docente escreverá no quadro a palavra geradora “Circuito” e perguntará aos alunos “O que é um circuito?”, convidando-os a descrever o que eles sabem sobre o tema. As anotações serão ser escritas em formato de nuvem de palavras, explorando conhecimento prévio dos estudantes. Como exemplos de possíveis respostas para circuito temos: circuito de corrida, algo fechado, caminho, algo circular etc. Em seguida o docente apresentará os itens eletrônicos disponíveis na mesa. (Trecho da terceira aula da sequência didática Eletromagnetismo, grifo do autor)

A escolha da palavra geradora “Circuito” promove uma construção coletiva do conhecimento na medida em toda a turma pode contribuir com significados. Ao iniciar a atividade com uma nuvem de palavras, o docente estimula os estudantes a associarem o termo a diferentes contextos, ampliando sua compreensão antes de introduzir o conceito de circuito elétrico. A abordagem prática, com a manipulação de componentes eletrônicos e a montagem de diferentes tipos de circuitos, permite que os educandos visualizem e testem na prática os conceitos teóricos, tornando o aprendizado mais concreto. Além disso, a experimentação em grupos favorece o trabalho colaborativo, incentivando a troca de ideias e a análise crítica das diferenças entre circuitos em série, paralelo e misto. Por fim, a roda de conversa fortalece o raciocínio reflexivo, permitindo que os educandos consolidem o aprendizado ao relacioná-lo com aplicações do dia a dia, como redes elétricas residenciais e dispositivos eletrônicos.

O uso de temas geradores possibilita uma abordagem educacional dialógica, na qual o conhecimento é construído de forma colaborativa por meio da interação entre professor e alunos. Dessa maneira, o tema gerador funciona como um elo entre os saberes prévios dos estudantes e os novos conteúdos a serem explorados, estimulando uma aprendizagem ativa, reflexiva e contextualizada, curiosa e dialógica.

4.2.2. A prática e a experimentação desenvolvida nas sequências didáticas

Para Moreira (2021), se queremos aprofundar a aprendizagem dos alunos nos conceitos físicos, é importante apresentar aos alunos situações que façam sentido, buscando exemplos que apresentem um nível de abstração e complexidade adequados ao seu nível de formação dos estudantes, porém, isso não é uma prática comum em aulas de Física. Outro desafio apresentado por Moreira (2021) é valorizar a criação de modelos e modelagens para o ensino de Física, pois é comum apresentar a Física como uma ciência exata e com teorias definidas, contudo, trata-se de um erro epistemológico, pois é uma ciência em construção. Por isso, é importante que se valorize a experimentação e reflexão sobre o experimento realizado. Há, portanto, a necessidade apontada pelo autor de

investirmos em aulas que dialoguem com a Física teórica e a experimental, visando construir com os alunos os conceitos físicos de forma a dar sentido a eles.

Diante disso, das 18 aulas que compõem as seis sequências didáticas, 13 foram estruturadas com atividades experimentais como recurso pedagógico essencial para promover um ensino problematizador e libertador. A experimentação, nesse contexto, não se limita a ilustrar conceitos, mas se configura como um meio para despertar a curiosidade dos educandos, incentivando-os a questionar, investigar e construir conhecimento de maneira ativa e significativa. Inspirada na perspectiva freiriana, essa abordagem rompe com a educação bancária, na qual o estudante é apenas um receptor passivo de informações, e propõe um aprendizado dinâmico, em que a reflexão crítica e a contextualização dos saberes são fundamentais para a compreensão e transformação da realidade.

Ressaltamos que as atividades que propomos são pensadas para serem realizadas em sala de aula comum e não em laboratórios de práticas, visto que eles não estão presentes em diversas escolas públicas no Brasil. Além disso, por compreendermos que por vezes o docente traz de casa ou compra com os próprios recursos o que é necessário para a atividade prática, exploramos na maioria das aulas a dinâmica da turma em círculo observando e realizando ações coletivas, ou em pequenos grupos. Embora já tenhamos destacado atividades práticas e experimentais anteriormente, aqui pretendemos ampliar a discussão sobre a participação da turma no processo de ensino e, por consequência, no processo de aprendizagem.

Na primeira sequência didática Introdução a Física, foi utilizada uma prática para facilitar a compreensão do conceito de grandeza e importância de padronização de medidas.

Em seguida, o docente convidará dois alunos da turma com alturas parecidas para representar quem é o mais alto e o mais baixo entre eles. Os alunos indicaram tais representantes. O professor perguntará como chegaram a essa conclusão (Observando). Em seguida convidará dois alunos para representar a turma e calcular a altura dos colegas. Fará uma marcação na parede para indicar a altura dos dois, posteriormente, pedirá para os alunos calculem qual a medida dos colegas, para um o professor pedirá que use a distância de seu palmo e para outro um polegar. Os valores serão anotados no quadro. O número de polegadas será muito maior que o de palmos, e o professor deverá discutir esse resultado. Se o valor é maior, então, o aluno mais baixo agora é o mais alto? Não, logo precisamos usar um instrumento de medida igual, para obtermos uma comparação mais precisa, já que não iremos fazer uma comparação entre o palmo e o polegar usados. Então, o professor dará aos estudantes uma régua de 20 cm e pedirá aos alunos que refaçam as medições. Ao final, compararemos os

valores e se concluiremos que nossa observação estava certa. Por fim, o docente deve discutir qual seria o melhor instrumento para medir a altura dos colegas de forma mais precisa. (Trecho da segunda aula da sequência didática introdução a Física)

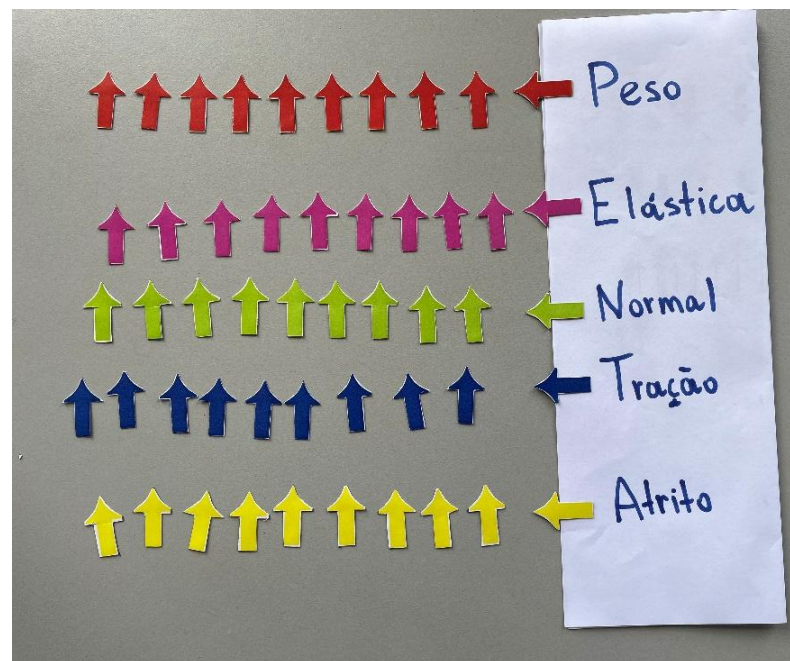
A experimentação desempenha um papel fundamental na compreensão dos conceitos abordados nesta aula, pois ela envolve a prática de observar, medir e analisar diferentes grandezas de forma concreta. Ao permitir que os alunos participem ativamente na execução das atividades, como a medição das alturas e o uso de instrumentos como régua, os estudantes podem internalizar de maneira mais eficaz o conteúdo abordado. Além disso, a experimentação cria um ambiente onde os educandos podem testar suas hipóteses, comparar resultados e tirar conclusões, o que fortalece o aprendizado ativo. A experimentação desempenha um papel fundamental no ensino de Física, pois permite que os alunos desenvolvam uma compreensão mais concreta dos conceitos estudados.

Segundo Marco Antônio Moreira, "a aprendizagem significativa em ciências ocorre quando o aluno consegue relacionar os novos conhecimentos com os conceitos que já possui, construindo assim um entendimento mais profundo" (Moreira, 2010). Dessa forma, ao proporcionar atividades experimentais, o docente cria oportunidades para que os estudantes interajam diretamente com os fenômenos físicos, favorecendo a aprendizagem significativa.

Na sequência didática sobre introdução à mecânica, a primeira aula contou com uma abordagem prática para facilitar a compreensão do conceito de força. Por meio de uma atividade prática e de baixo custo, que utiliza fotos da cidade impressas e coladas em papel imantado como podemos ver:

Para exercitar a compreensão do conceito faremos um exercício de observação. O docente dividirá a sala em grupos e entregar aos alunos a atividade "Onde estão as forças no dia a dia?". Cada grupo receberá uma imagem representando locais, objetos e pessoas na cidade de Ouro Preto – MG. Junto das imagens os alunos receberão um conjunto de setas (vetores) com cores diferentes representando as forças citadas anteriormente, e deverão indicá-las nas imagens que receberam, caso considerem que elas estão presentes. As imagens estão anexas ao final do plano. (Trecho da primeira aula da sequência didática introdução a mecânica)

A atividade "Onde estão as forças no dia a dia?" Possibilita que os alunos observem e identifiquem as forças atuantes em diferentes contextos reais, desenvolvendo um olhar crítico e investigativo. A seguir, nas figuras 5, 6 e 7, recursos usados na aula de Forças.

Figura 5: Vetores

Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

Figura 6: Pessoas, seres e objetos

Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

Figura 7: imagem de Ouro Preto – MG disponibilizada na internet e editada pelos autores incluindo objetos e vetores



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

Ao trabalhar com imagens de Ouro Preto – MG, a abordagem valoriza a cultura local e torna o aprendizado mais próximo da realidade dos estudantes. Assim alunos são estimulados a identificar e reconhecer as forças presentes no cotidiano, consolidando sua compreensão por meio da experiência e do debate coletivo. Dessa forma, o tema gerador não apenas facilita a introdução do conceito de força, mas também promove um aprendizado mais significativo, crítico e conectado à realidade dos estudantes. Essa metodologia não apenas favorece a compreensão conceitual, mas também incentiva o pensamento autônomo e colaborativo, alinhando-se a uma educação libertadora e contextualizada.

Além disso, o uso de materiais de baixo custo demonstra a viabilidade da proposta, tornando-a acessível e adaptável a diferentes realidades. Essa abordagem valoriza o sentimento de pertencimento dos estudantes, pois permite que eles identifiquem as forças atuantes em espaços que fazem parte do seu cotidiano. A possibilidade de adaptação para outras cidades amplia o alcance da atividade, garantindo que os alunos se sintam representados no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, a proposta não apenas facilita a compreensão dos conceitos científicos, mas também fortalece a relação entre conhecimento e identidade cultural.

Na segunda aula da sequência didática sobre introdução à mecânica, foi realizada uma atividade prática para facilitar a compreensão da Segunda Lei de Newton o princípio da inércia.

Após a leitura e discussão dos textos, que deverá durar em torno de 15 min, o docente realizará o experimento da folha de papel que consiste em utilizar duas folhas A4 e um livro, seguindo o seguinte roteiro: 1. Primeiro reparta as folhas ao meio para obter 4 partes iguais; 2. Utilizando duas partes de uma folha, faça uma bolinha com uma parte e deixe a outra sem dobrar; 3. Em seguida soltará ao mesmo tempo e da mesma altura o pedaço da folha e a bolinha; 4. Adiante o docente perguntará aos alunos o que eles observaram; 5. Depois realizará o mesmo procedimento utilizando duas partes iguais, mas agora as duas sem amassar, porém, uma delas sobre o livro, novamente soltará de uma mesma altura; 6. Em seguida perguntará o que os alunos observaram novamente. (Trecho da segunda aula da sequência didática introdução a mecânica)

A atividade prática nessa aula é essencial para promover uma aprendizagem ativa e significativa. O conhecimento deve ser construído de forma dialógica, relacionando teoria e prática para que os educandos não sejam meros receptores passivos de informações, mas protagonistas. Nesse contexto, ao comparar as ideias de Aristóteles e Galileu e, em seguida, realizar experimentos para testar conceitos físicos, os estudantes deixam de apenas memorizar teorias e passar a questionar, investigar e construir conhecimento a partir da experiência. Essa abordagem estimula o pensamento crítico, a autonomia intelectual e a reflexão sobre a ciência como um processo de descobertas, em constante evolução.

Além disso, a atividade favorece a problematização, outro princípio essencial da educação libertadora. Ao vivenciarem situações concretas, os alunos são levados a refletir sobre as vivências do cotidiano, como o princípio da inércia, relacionando-os com suas vivências. Dessa forma, o aprendizado se torna contextualizado, engajador e transformador, promovendo uma compreensão mais profunda. Ainda na sequência didática introdução a mecânica na terceira aula foi utilizada uma atividade prática para trabalhar o conceito de força de atrito e qual a importância dela no nosso cotidiano

A partir de um bloco de madeira com diferentes superfícies os estudantes analisarão as alterações que ocorrem quando mudamos a superfície de contato. Antes de começar o professor poderá fazer o seguinte questionamento: “Será que o tempo que o bloco demora para percorrer certa distância será o mesmo em todas as situações?” Os alunos serão divididos em grupos que observarão o experimento. Para a prática serão utilizados: blocos com diferentes superfícies e outros

blocos que servirão de pesos com as massas conhecidas, fio de barbante, roldana, suporte para fixar, régua (ou algum instrumento para medir comprimento) e cronômetro (ou algum instrumento para medir tempo). Imagens do material didático criado para essa aula estão anexas. (Trecho da terceira aula da sequência didática introdução a mecânica)

A atividade prática proposta nessa aula, fundamentada em uma perspectiva educação libertadora, representa um momento essencial para a construção do conhecimento de forma ativa e significativa. Segundo Freire (1996) o aprendizado deve partir da experiência dos educandos e ser problematizado dentro de seu contexto, rompendo com uma educação bancária na qual o professor apenas transmite informações. Veja a seguir o recurso para o experimento dos blocos produzido para essa aula:

Figura 8: Experimento dos blocos montados



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

Figura 9: Distribuição dos blocos



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

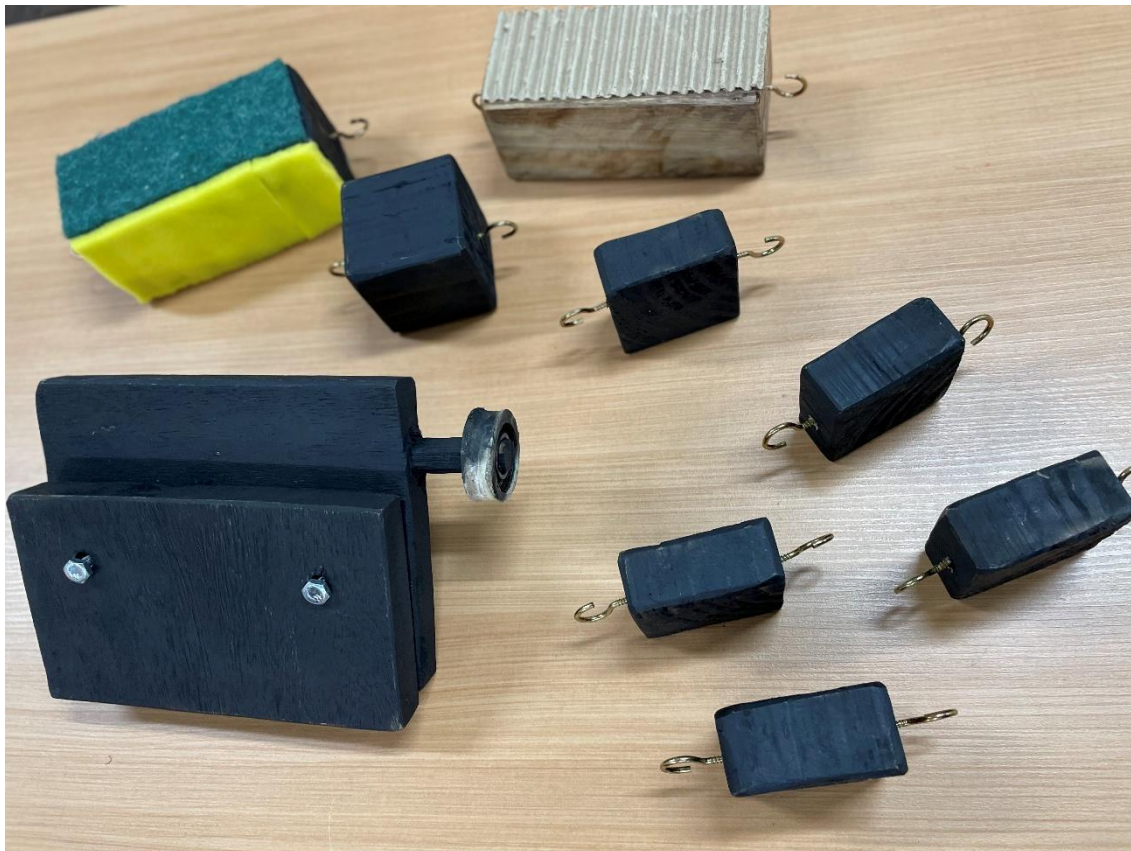
A partir desse princípio, o experimento com o bloco de madeira permite que os alunos não apenas recebam o conceito de força de atrito de maneira abstrata, mas que o vivenciem na prática, analisando suas implicações e compreendendo sua presença em diversas situações do cotidiano. Como Moreira afirma “[...] é muito mais útil desenvolver atividades iniciais que levem os alunos a externalizarem seus conhecimentos prévios “certos ou errados” ou mesmo a ausência deles” (Moreira 2021). Dessa forma, os estudantes se tornam protagonistas do próprio aprendizado, explorando o fenômeno e levantando hipóteses antes mesmo de receberem explicações teóricas prontas.

Além disso, o uso da experimentação como recurso didático fortalece o diálogo e a reflexão crítica, elementos essenciais na educação libertadora. Ao serem incentivados a observar, registrar e interpretar os resultados do experimento, os alunos desenvolvem autonomia intelectual e o pensamento investigativo, exercitando não apenas a

memorização de conceitos, mas a compreensão efetiva das relações entre força de atrito e as diferentes superfícies de contato. O momento do debate final é outro ponto crucial desse processo, pois cria um espaço de troca de saberes e construção coletiva do conhecimento. Nesse sentido, a prática não é apenas um complemento da teoria, mas um caminho essencial para que a aprendizagem seja significativa, transformadora e conectada à realidade dos educandos.

Os materiais utilizados nesta atividade foram selecionados com o objetivo de proporcionar uma aprendizagem significativa por meio da experimentação, utilizando recursos acessíveis e de baixo custo. A escolha desses materiais permite que os estudantes compreendam, na prática, os conceitos relacionados à força de atrito, explorando como diferentes superfícies influenciam o movimento dos corpos. Além disso, essa abordagem favorece uma maior autonomia dos educandos na construção do conhecimento, alinhando-se a uma perspectiva libertadora de ensino, que valoriza a experimentação e a contextualização dos conteúdos. A seguir, na figura 10 blocos para discutir o atrito, mudanças de superfície entre outros:

Figura 10: Blocos simples e com textura



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

O uso de blocos de madeira de diferentes tamanhos, barbante, roldanas e pesos permite a simulação de situações reais de atrito, possibilitando a observação direta dos efeitos dessa força. Os diversos tipos de superfícies, como lixas de diferentes gramaturas, esponjas e papelão enrugado, tornam o experimento ainda mais rico, pois evidenciam como a rugosidade interfere no deslocamento dos objetos. A roldana utilizada na atividade foi construída de forma improvisada, utilizando um rolamento velho e um pedaço de cano PVC, demonstrando que é possível desenvolver experimentos científicos com criatividade e reaproveitamento de materiais. Além disso, a escolha desses recursos alternativos, facilmente encontrados ou reciclados, torna a atividade viável em diferentes contextos educacionais, promovendo uma ciência acessível e alinhada a práticas sustentáveis. Dessa forma, os estudantes não apenas aprendem sobre um conceito físico, mas também desenvolvem uma consciência crítica sobre o uso de materiais simples para compreender fenômenos complexos.

Diante do que propomos pretendemos estimular que as aulas de Física sejam enriquecidas com recursos didáticos que estimulem a visualização do fenômeno, a construção de uma prática entre outros exercícios da prática científica que contribuam para a aprendizagem de Física e sua valorização no currículo escolar. A falta de estrutura de laboratório não deveria ser justificativa para aula tipicamente expositivas e focadas na resolução de equações matemáticas.

Na sequência didática Termodinâmica na primeira aula exploramos uma atividade prática para dar significados ao conceito de estados físicos da água.

Em seguida, o professor pedirá aos alunos que apresentem para o restante da turma a sua receita, à medida que os alunos forem apresentando o docente promoverá um debate para que eles analisem o que há em comum nas receitas e o que é muito diferente nesse momento. O professor construirá juntamente com a turma uma receita para ser executada lembrando que ela tem que levar em consideração os conhecimentos dos educandos, e detalhar bem quais os ingredientes e quais os procedimentos necessários.[...] Em seguida, realizar o experimento orientado com os educandos, onde eles poderão observar os fenômenos físico-químicos presentes em sua execução. (Trecho da primeira aula da sequência didática termodinâmica)

A atividade prática proposta nesta aula, sob uma perspectiva libertadora, desempenha um papel fundamental na construção do conhecimento, pois transforma os educandos em sujeitos ativos do processo de aprendizagem. Paulo Freire enfatiza a importância do aprendizado significativo, no qual os estudantes partem de suas vivências

e percepções para compreender conceitos mais complexos. Nesse sentido, ao iniciar a aula com um questionamento simples e relacionado ao cotidiano – “Qual o melhor café do mundo?” – o docente desperta a curiosidade dos alunos e os incentiva a refletir sobre seus próprios saberes prévios. O levantamento das receitas de café escritas pelos estudantes fortalece o diálogo e permite que cada um compartilhe suas experiências, promovendo uma troca coletiva de conhecimento. Esse momento inicial é essencial para que os alunos percebam que suas ideias são valorizadas e que o aprendizado se constrói de forma colaborativa. Veja a seguir, nas figuras 11 e 12 os recursos usados na aula:

Figura 11: Grãos de café de diferentes estágios



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

Figura 12: Grãos de café, soquete e moedor de café dispostos para a turma



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

Ao longo da atividade prática, a manipulação dos diferentes estados físicos da água e das etapas de processamento do café possibilita uma aprendizagem concreta, onde os alunos não apenas ouvem e memorizam conceitos, mas os observam diretamente e refletem sobre eles. A experimentação com os grãos de café, o uso do moedor e a preparação da bebida exemplificam a pedagogia libertadora de que o aprendizado deve partir da realidade do educando e ser significativo para sua vida. A transdisciplinaridade também enriquece a experiência, pois conecta a atividade a diversas áreas do conhecimento, como Química, Física, Biologia, História e Geografia.

Essa aula foi implementada no contexto do estágio supervisionado nas aulas do cursinho Pré-ENEM, e na Escola Estadual José Leandro, no distrito de Santa Rita de Ouro Preto, Minas Gerais, na prática da disciplina de Projetos de ensino de Física. Ela contou com participação do autor, da IC voluntária e do estudante Daniel dos Santos Coelho. Em ambas as experiências, a participação dos alunos foi consideravelmente ativa e despertou o interesse da turma como um todo em interagir com o objeto da aprendizagem, compartilhar experiências do seu cotidiano.

Segundo de Oliveira (2013, p.1) “a educação, baseada na transdisciplinaridade e apoiada nas muitas dimensões humanas possíveis, vai além do racionalismo clássico, quando passa a reconhecer a importância das emoções, e da intuição nas diversas possibilidades de produção do conhecimento humano”. O questionamento sobre os estados físicos da água e os processos de transformação estimula a curiosidade científica e leva os alunos a desenvolverem uma visão mais crítica e investigativa sobre os fenômenos naturais. Dessa forma, a atividade não apenas ensina conteúdos escolares, mas contribui para a formação de cidadãos conscientes e reflexivos, capazes de compreender e interpretar o mundo ao seu redor.

As atividades práticas propostas nestas aulas, fundamentadas na perspectiva libertadora, desempenha um papel essencial na construção do conhecimento, pois valoriza a experiência prévia dos educandos e os coloca como protagonistas do processo de aprendizagem. Paulo Freire defendia que o ensino deve partir da realidade do aluno, utilizando elementos do seu cotidiano para que o aprendizado se torne significativo.

Na segunda aula da sequência didática sobre Óptica, foi realizada uma atividade prática para facilitar a compreensão dos conceitos relacionados às lentes, ao funcionamento do olho humano e à sua analogia com uma câmera fotográfica. Além disso, a atividade proporcionou uma exploração mais aprofundada da diversidade de

fenômenos ópticos existentes, permitindo que os estudantes visualizassem na prática como a luz interage com diferentes meios e estruturas.

O experimento de montagem da câmera de papelão da figura 13 reforça essa relação, tornando o aprendizado mais concreto e visual.

Figura 13: Foto alunos do Pré-ENEM do IFMG – OP fazendo uso da câmera



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

A realização da experiência, na qual os alunos observam a formação da imagem invertida no papel vegetal, proporciona um momento de descoberta ativa, permitindo que eles compreendam, na prática, como a luz interage com lentes e superfícies para formar imagens. Isso fortalece o aprendizado ao transformar conceitos abstratos em algo palpável e significativo.

Por fim, ao relacionar a percepção visual com a óptica, a questão geradora ajuda os alunos a compreenderem a importância da luz para a visão e como os princípios físicos estão presentes no nosso dia a dia, desde o funcionamento dos nossos olhos até o desenvolvimento de tecnologias ópticas. Essa estratégia torna a aula mais dinâmica, envolvente e eficaz na fixação do conteúdo. Nessa sequência didática também propomos outra aula prática com o uso de uma caixa de papelão e uma lanterna para ensinar o conceito de luz.

A partir da perspectiva libertadora, a atividade prática desempenha um papel fundamental na construção do conhecimento, pois possibilita que os educandos sejam

protagonistas do processo de aprendizagem, relacionando os conceitos teóricos à sua realidade.

Nesse sentido, no contexto da sequência de Eletromagnetismo, há uma prática envolvendo a resistência do chuveiro e sua influência na temperatura da água que permite que os alunos percebam, de forma concreta, como os princípios da eletricidade e do aquecimento resistivo se aplicam ao cotidiano. Para isso usamos um chuveiro popularmente encontrado nas residências.

Figura 14: Material usado na aula de Lei de Ohm a partir do funcionamento do chuveiro.



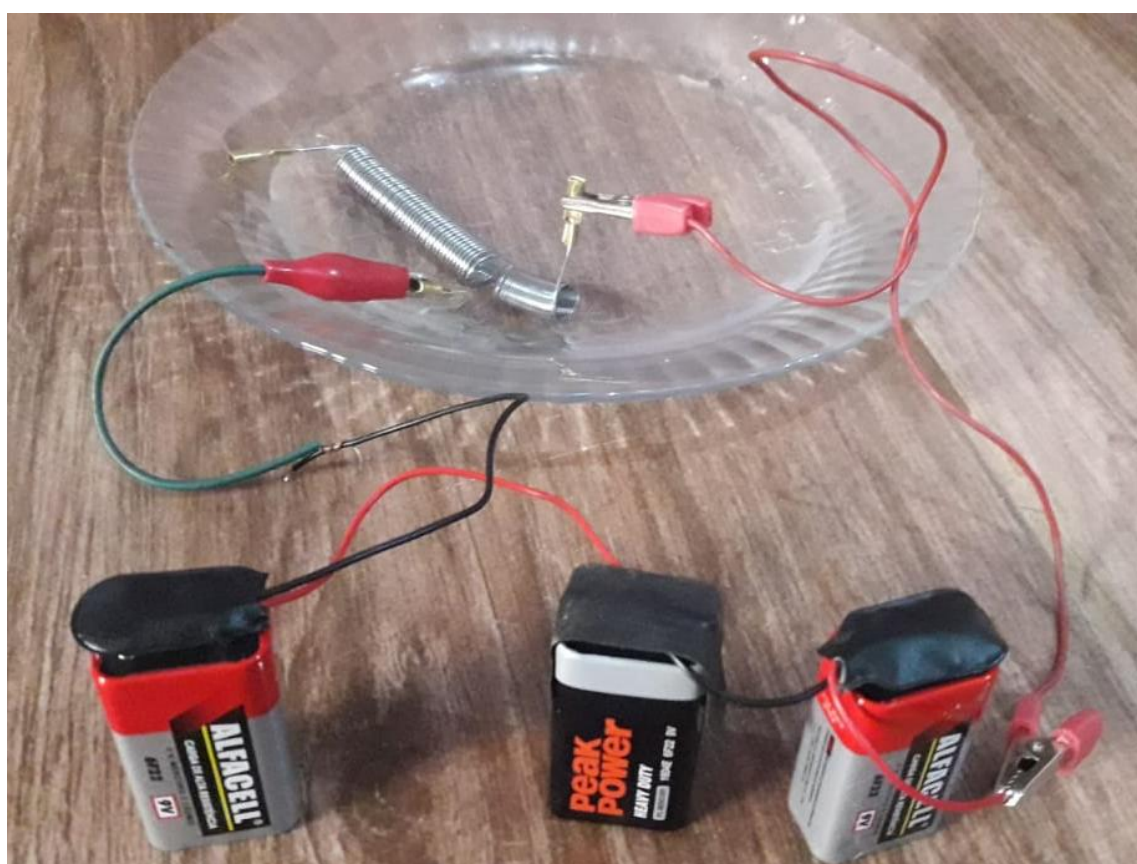
Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

Usamos algo que tem em casa e é comum aos alunos, visando criar um ambiente curioso e problematizador, que desperte a participação dos alunos na discussão dos conceitos estudados. Numa segunda aula da sequência, a ideia do chuveiro volta para discussão. Segue o trecho da aula:

Em seguida ele organizará a sala em semicírculo, levará novamente um chuveiro e desmontará com a turma. O docente deve tirar a resistência do chuveiro e realizará uma prática com os educandos que consiste em fazer uma associação em uma série de pilha. Para isso será necessária 1 resistência de chuveiro simples de um circuito direto fechado. A prática consistirá em deixar as resistências funcionarem na água por cerca de 2 min cada e avaliar com o tato para perceber o que aconteceu com a temperatura da água quando mudamos o tamanho da resistência. (Segunda aula da sequência didática eletromagnetismo)

Ao iniciar a aula retomando o conceito de "resistência" e seus diferentes significados, o docente instiga os estudantes a ampliarem sua visão sobre o tema, promovendo um diálogo ativo. A desmontagem do chuveiro em conjunto com a turma é um momento essencial, pois rompe com uma abordagem passiva e transforma o aprendizado em uma experiência investigativa e significativa. A experimentação da figura 15, com a resistência submersa na água, associada às baterias, permite que os alunos observem e sintam na prática a relação entre resistência elétrica, corrente e aquecimento.

Figura 15: Foto da montagem do experimento realizado nesta aula



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

Esse processo torna a aprendizagem mais acessível e menos abstrata, favorecendo a compreensão da Lei de Ohm de maneira intuitiva. Além disso, ao analisar criticamente os resultados do experimento e responder às questões propostas, os alunos desenvolvem não apenas o pensamento científico, mas também a autonomia intelectual, habilidades essenciais para uma educação libertadora.

Dessa forma, a atividade não se limita à transmissão de informações, mas estimula uma aprendizagem ativa e contextualizada. A relação direta entre teoria e prática fortalece o entendimento dos fenômenos físicos e incentiva os alunos a questionarem o funcionamento dos objetos do dia a dia, promovendo uma educação que valoriza a curiosidade, a investigação e a aplicação do conhecimento na realidade dos educandos.

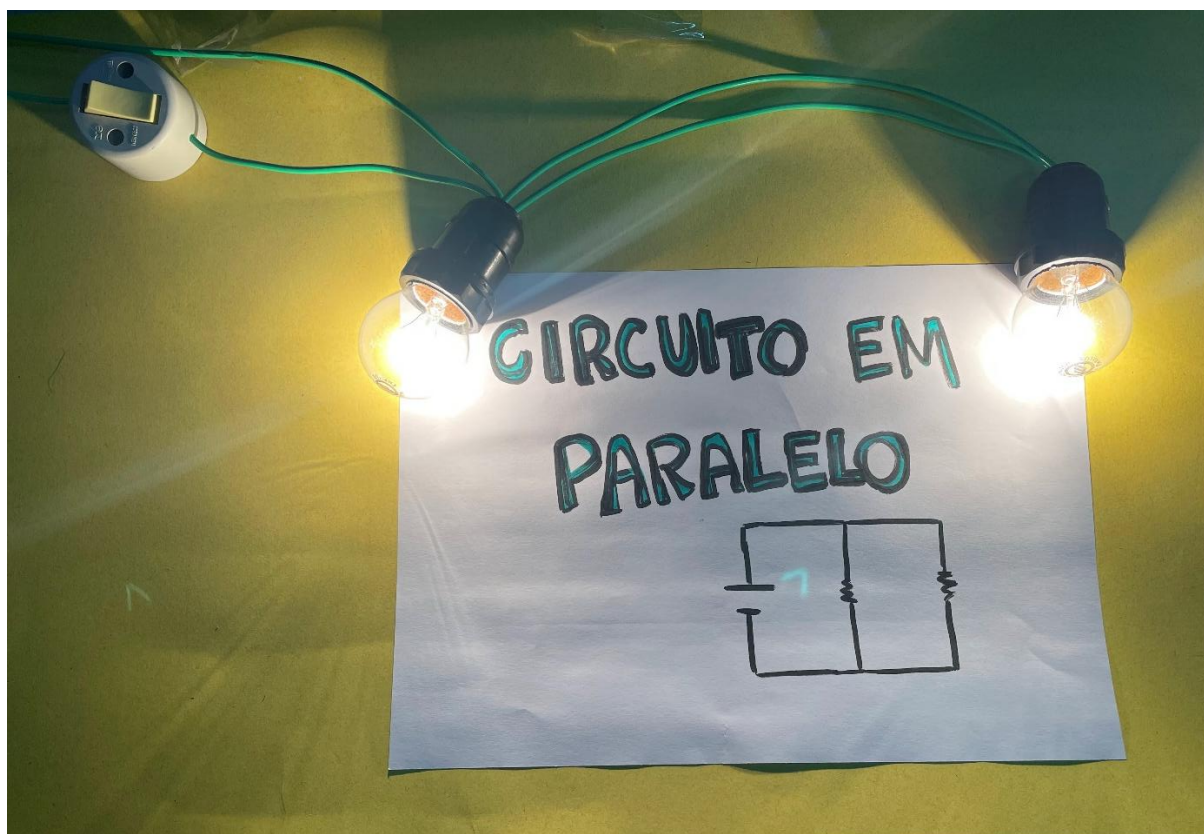
Ainda nessa sequência didática, utilizamos uma aula prática para ensinar o conceito de circuito elétrico para isso foi utilizado uma associação de lâmpadas em série e em paralelo. Conforme figuras 16 e 17, a seguir:

Figura 16: Montagem do circuito em série



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

Figura 17: Montagem do circuito em paralelo.



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

Destacamos a importância de pensar formas de levar a experimentação para a sala de aula comum, prevista nesta pesquisa, visto que muitas escolas não dispõem de laboratório de Física ou de acesso à internet e computadores de qualidade para explorar recursos tecnológicos como simuladores. Assim, pretendemos pensar em propostas de aula que valorizam o conhecimento prévio, estimulem a criação de modelos, ampliem o olhar para uma ciência em construção, supere a prática de memorização e testagem, pois elas têm forte potencial de despertar o interesse dos alunos pela Física.

A diversidade das aulas experimentais que integram as seis sequências didáticas não são novidades, elas compõem exemplos contidos nos livros didáticos e laboratórios de Física, como os circuitos elétricos e os blocos, mas, buscamos transpor a experiência do livro para salas de aula que comumente só dispõe dele como recurso didático e que, por vezes, está centrada na fala e nas ações do/a professor/a. Cada aula foi planejada com o intuito de valorizar os conhecimentos prévios dos educandos, reconhecendo-os como um elemento essencial no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Freire ensinar exige respeito aos saberes dos educandos e assim a partir dos conhecimentos prévios

podemos construir um conhecimento epistemológico e significativo (Freire 1996). Compreender e considerar o que os alunos já sabem, permite que o aprendizado ocorra de maneira mais significativa, promovendo uma relação direta entre os conceitos já assimilados e os novos saberes a serem desenvolvidos.

Ao partir do repertório prévio dos estudantes, o ensino se torna mais dinâmico e contextualizado, estimulando a participação ativa e o pensamento crítico. Dessa forma, a construção do conhecimento não ocorre de maneira isolada, mas sim por meio da articulação entre os saberes anteriores e as novas descobertas, favorecendo um aprendizado mais sólido e significativo. Como podemos ver nos exemplos a seguir:

Inicialmente o docente colocará os educandos sentados em semicírculo, e colocará no centro uma mesa com objetos a serem expostos aos alunos. Lembrando que os objetos serão alternativos e de fácil acesso, com o intuito de estimular a curiosidade dos discentes e obter uma análise prévia sobre o tema proposto. Os objetos propostos irão ser apresentados em garrafas pet de 200ml com objetos adicionais dentro, como por exemplo, para demonstrar a grandeza de dezenas será apresentado com bolinhas de gude de aproximadamente 5mm de diâmetro, para a grandeza centenas será preciso a mesma garrafa pet com miçangas de aproximadamente 3mm, e para demonstrar a grandeza milhar utilizar uma embalagem de tiktak transparente, lembrando que os recipientes precisam estar sem os rótulos. Em seguida, o educador passará os objetos para os educandos, e pedir que estimem a ordem de grandeza da quantidade dos objetos que estão dentro de cada garrafa e qual a unidade de medida devemos atribuir a cada um. Dessa forma, as garrafas pets de 200ml, 500ml e 1000ml, que estarão preenchidas de líquidos como água. E pedir que estimem e com isso trabalhar notação científica e conversão de unidade. Exemplo se 1l é igual 1000ml, 200ml é igual a quanto litros? E 500ml? A partir daí, o professor mostrará as conversões de massa, área, velocidade, tempo e volume. Para finalizar o educador fará alguns questionamentos sobre qual a importância do SI. Quais unidades estão mais presentes em nosso dia a dia? Qual a importância de utilizar a notação científica? (Trecho da terceira aula da sequência didática Introdução a Física)

Ao iniciar a aula organizando os alunos em semicírculo e apresentando objetos familiares do cotidiano, o docente estabelece um ambiente de aprendizagem dialógico, no qual os estudantes são convidados a refletir e compartilhar suas ideias sobre grandezas e unidades de medida antes mesmo da introdução formal dos conceitos. Essa abordagem não apenas desperta a curiosidade, mas também fortalece a autonomia dos educandos, permitindo que percebam a Matemática e a Física como partes integrantes de suas realidades. A utilização de materiais acessíveis, como garrafas PET com diferentes

objetos e volumes, reforça o caráter inclusivo da atividade e facilita a associação entre teoria e prática. O estímulo à estimativa da ordem de grandeza e à conversão de unidades, por meio da interação direta com os materiais, incentiva o pensamento crítico e a resolução de problemas, habilidades essenciais para uma educação libertadora.

Além disso, ao incentivar questionamentos como “Quais unidades estão mais presentes em nosso dia a dia?” e “Qual a importância do Sistema Internacional de Unidades?”, o educador promove uma reflexão crítica sobre a aplicabilidade do conhecimento científico na vida cotidiana dos alunos. A resolução de exercícios, construída coletivamente, consolida os conceitos abordados e reafirma o papel ativo dos educandos no próprio processo de aprendizagem.

Na terceira aula da sequência didática Eletromagnetismo será explorado os conhecimentos prévios para trabalhar o conceito de circuitos elétricos.

Inicialmente o professor organizará a sala em um semicírculo em volta de uma mesa na qual estarão apresentados diversos componentes eletrônicos: lâmpada, pilha, bateria, resistores, capacitores, geradores, condutores e indutores. Posteriormente o docente escreverá no quadro a palavra geradora “Circuito” e deverá perguntar aos alunos “O que é um circuito?”, convidando-os a descrever o que eles sabem sobre o tema. As anotações deverão ser escritas em formato de nuvem de palavras, explorando conhecimento prévio dos estudantes. Como exemplos de possíveis respostas para circuito temos: circuito de corrida, algo fechado, caminho, algo circular etc. Em seguida o docente apresentará os itens eletrônicos disponíveis na mesa. No segundo momento o docente definirá com os alunos o conceito de circuito elétrico. Experimento: Dividir a turma em 3 grupos e disponibilizar para cada grupo um kit com lâmpada, soquetes, pedaços de fio, bateria. Os experimentos serão: circuito em série, circuito paralelo, circuito misto. Após o experimento, o docente fará perguntas norteadoras: • Quais as características de um circuito? • Qual é a diferença que eles notaram entre os tipos de circuitos? Os educandos deverão voltar à sala em semicírculo para uma roda de conversa e fazerem os discentes refletir sobre o “Qual a diferença de montagem de cada grupo e qual a consequência disso”. (Trecho da terceira aula da sequência didática Eletromagnetismo)

A experimentação prática contribui para que os alunos confrontem suas hipóteses e ampliem seu entendimento de maneira investigativa e reflexiva. A organização da aula em um ambiente colaborativo, onde os estudantes trabalham em grupos para montar diferentes tipos de circuitos elétricos, reforça a autonomia e o diálogo sobre as dúvidas que surgem e quais conhecimentos lhes faltam. O momento final de roda de conversa

permite que os alunos socializem suas descobertas e percebam que o conhecimento é um processo dinâmico, construído a partir da interação entre teoria e prática.

4.2.3. A avaliação da aprendizagem ganha nova perspectiva em aulas freirianas

Ao valorizar o conhecimento prévio dos alunos, a aula se torna mais próxima da realidade dos educandos, promovendo uma aprendizagem ativa e crítica. Esse processo contribui para a formação de sujeitos capazes de compreender e transformar o mundo ao seu redor, em consonância com os princípios de uma educação libertadora. Mas nos perguntamos, como propor avaliações coerentes com a educação libertadora se somos formados em avaliações tipicamente voltadas para a resolução exaustiva de exercícios que culminam em provas?

Diante disso, pensamos no desafio que pode ser para o docente que foi formado para ensinar por meio da memorização, dedicação as fórmulas e preparação para exames, pensar aulas dialógicas e preocupadas com a aprendizagem significativa. Para que essa metodologia voltada para uma perspectiva crítica e reflexiva seja possível de executar, os professores de Física precisam compreender a necessidade de se planejar as aulas cujas etapas estejam bem definidas e a dialogicidade seja protagonista. Essa prática valoriza a ideia de que ensinar e aprender são processos dialógicos, por isso, também consideramos que aulas dialógicas e participativas contribuem para a avaliação da aprendizagem. Isso se justifica porque segundo Luckesi (2013, p.25) Avaliar se caracteriza pelo seu diagnóstico e pela inclusão. O educando não vem para a escola para ser submetido a um processo seletivo, mas sim para aprender e, para tanto, necessita do investimento da escola e de seus educadores, tendo em vista efetivamente aprender.

Sob essa ótica, as avaliações de aprendizagem foram pensadas para funcionar como um instrumento de diagnóstico da aprendizagem, como na sexta aula da sequência didática Introdução a Mecânica.

Nesta aula a atividade avaliativa consistirá no jogo “corrida newtoniana”. O jogo composto é organizado em formato de tabuleiro, no qual há uma trilha com diversos desafios propostos ao longo de um percurso, sendo que para cada “parada” desse percurso, há uma pergunta relacionada aos conceitos estudados nas aulas anteriores referente as leis de Newton. Em um primeiro momento o docente organizará a sala em grupos de aproximadamente 5 pessoas. O tabuleiro será ser colocado em uma mesa centralizada na sala, de tal forma que os grupos possam ficar localizados ao redor. Serão disponibilizadas um peão em formato de cone para representar cada grupo. As perguntas ficarão dispostas em formato de cartas, e serão

embaralhadas e sorteadas a cada rodada por um membro do grupo. As regras do jogo são: • Cada erro ou acerto gera uma consequência: avance duas casas; volte três casas etc. • Cada grupo será representado por um cone que será usado para andar no percurso; • Todos os membros do grupo poderão ajudar a construir a resposta correta, e deverão dialogar antes de defini-la. Porém, somente um representante do grupo dará a resposta final; • O grupo definirá a resposta correta dentro do tempo de 1 min ou mais, conforme a necessidade que o docente observar que é necessário para que eles discutam; • O tempo de resposta deverá ser cronometrado; • Não é permitido realizar pesquisa, pois um dos objetivos é valorizar o diálogo entre os participantes; • Para definir quem começará, todos os grupos jogarão um dado e a partir dos seus resultados a ordem das equipes será organizada; • O dado também será necessário para que a cada rodada os grupos andem casas no tabuleiro; Ao longo da realização do jogo, o docente deverá aproveitar os erros dos estudantes para tirar dúvidas e quando necessário, complementar com exemplos, pois o foco é a aprendizagem dos conteúdos de Física. Aos ganhadores o docente pode propor brindes, mas é importante valorizar a participação de todos. (Trecho da sexta aula da sequência didática Introdução a Física)

A avaliação, quando concebida como um instrumento diagnóstico, deixa de ser um mecanismo meramente classificatório e passa a cumprir um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem. Nesta aula, a atividade avaliativa será realizada por meio do jogo “Corrida Newtoniana”, um tabuleiro interativo que possibilita aos estudantes revisitarem os conceitos das leis de Newton de maneira lúdica e reflexiva.

Figura 18: Exemplo de organização da mesa com o jogo



Fonte: Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcantara, Dias e Mattos, 2023.

O objetivo principal não é apenas verificar o que os alunos já sabem, mas identificar dificuldades, estimular o raciocínio coletivo e promover o aprendizado contínuo por meio da troca de conhecimentos. Ao organizar a turma em grupos, a avaliação assume um caráter colaborativo, onde todos os estudantes têm a oportunidade de contribuir e construir respostas em conjunto. A cada rodada, as perguntas sorteadas incentivam os alunos a mobilizar seus conhecimentos prévios e a refletir criticamente sobre os conteúdos trabalhados. Além disso, os erros não são tratados como falhas punitivas, mas como oportunidades de aprendizado. O professor, ao mediar o jogo, pode intervir para esclarecer dúvidas, oferecer explicações complementares e estimular novas discussões, reforçando a ideia de que aprender é um processo contínuo e dinâmico.

Dessa forma, a avaliação se torna um meio de diagnóstico e aprimoramento do ensino, permitindo ao docente compreender as dificuldades e avanços da turma. Essa abordagem favorece a construção de um ambiente educacional mais inclusivo e significativo, no qual o erro não é motivo de punição, mas um caminho essencial para a construção do conhecimento. Ainda pensando em avaliação segundo Luckesi:

Um teste não avalia um aluno, mas oferece dados sobre o seu desempenho. Esse desempenho que pode ser qualificado (avaliado), subsidiando uma tomada de decisão sobre o que fazer a partir dessa avaliação. Assim sendo, para trabalhar com avaliação, não necessitamos de mudar nossos instrumentos necessitamos de mudar nossa postura, ou seja, ao invés de examinar, avaliar. Os resultados de um teste, no caso, podem ser lidos sob a ótica do exame ou sob a ótica da avaliação. Após a correção, se o utilizarmos sob a forma de exame, vamos classificar o aluno, minimamente, em aprovado ou reprovado; mas se o utilizamos sob a ótica da avaliação, vamos qualificar o desempenho provisório do aluno, tendo em vista encaminhar atividades que melhorem seu desempenho, caso este não seja satisfatório ainda. Deste modo, repito, não é o instrumento que caracteriza o ato de examinar ou o ato de avaliar, mas sim a postura de avaliar ou de examinar (Luckesi, 2005, p. 4).

Luckesi propõe uma reflexão essencial sobre a concepção da avaliação no processo educacional, diferenciando-a do simples ato de examinar. Segundo o autor, um teste, por si só, não avalia um aluno, mas fornece dados que podem subsidiar uma análise mais ampla sobre seu desempenho. Dessa forma, a maneira como o professor interpreta e utiliza esses resultados é o que define se a avaliação terá um caráter classificatório ou formativo.

Na perspectiva tradicional, baseada na lógica do exame, os resultados são utilizados como um critério para aprovar ou reprovar o estudante, reforçando uma visão

punitiva da avaliação. Esse modelo desconsidera o processo de aprendizagem significativa e foca apenas no produto final, sem oferecer ao educando a oportunidade de refletir sobre suas dificuldades e aprimorar seu conhecimento. Por outro lado, quando a avaliação é entendida como um diagnóstico, ela se transforma em uma ferramenta pedagógica para acompanhar e aperfeiçoar a aprendizagem.

A mudança proposta por Luckesi não está nos instrumentos avaliativos em si, mas na postura do educador diante deles. Quando a avaliação assume um caráter formativo, o erro passa a ser visto como uma oportunidade de aprendizagem, e não como um fracasso. Assim, a partir dos resultados obtidos, o professor pode planejar estratégias que auxiliem os alunos a superarem suas dificuldades e a desenvolverem suas potencialidades.

Portanto, a avaliação deve ser compreendida como um processo contínuo e reflexivo, cujo foco principal não é a classificação do aluno, mas a qualificação do seu percurso de aprendizagem. Isso requer um olhar atento e uma postura pedagógica comprometida com o desenvolvimento integral do estudante, garantindo que a avaliação cumpra seu verdadeiro papel dentro da educação.

Nesse sentido, as avaliações propostas em cada aula das sequências didáticas possuem um caráter formativo, priorizando a aprendizagem contínua dos estudantes. Em vez de serem utilizadas como um mecanismo de punição, as avaliações valorizam o erro como parte essencial do processo educativo, permitindo que os alunos reflitam sobre suas dificuldades e avancem em seu desenvolvimento. Por vezes, os alunos são estimulados a escrever pequenos relatórios sobre a prática vivenciada, o que também estimula o pensamento científico, a síntese das ideias e as características do fenômeno estudado. Além disso, em todas as aulas eles são convidados a expor suas percepções enquanto o conhecimento é construído, e ao final, por exemplo:

Avaliação se dará por meio das respostas dadas pelos alunos no questionamento inicial e ao longo da aula. Além disso, também será avaliada a análise que farão da observação proposta, a interação dos educandos com a prática e a descrição dos educandos sobre a relação entre o olho humano e a máquina fotográfica (Segunda aula da sequência didática Ótica).

Logo, desde a participação no diálogo prévio sobre o tema gerador até a realização das atividades práticas, os estudantes estão passando por um processo contínuo de observação na qual o professor, atento aos objetivos da aula, verifica que a aprendizagem do conteúdo abordado está acontecendo. Essa abordagem garante que a avaliação não se

limite a um instrumento classificatório, mas se torne um meio de diagnóstico para orientar intervenções pedagógicas adequadas ao longo da aula e contribua para novos planejamentos. Dessa forma, o professor pode identificar os desafios enfrentados pelos estudantes e propor estratégias para auxiliá-los, promovendo uma construção ativa do conhecimento. Como na segunda aula da sequência didática de ondulatória:

Nesta aula, a atividade avaliativa consistirá no jogo "corrida ondulatória". O jogo organizado em formato de tabuleiro terá uma trilha com diferentes desafios ao longo do percurso. Para cada parada no percurso, os grupos enfrentam perguntas relacionadas aos conceitos estudados nas aulas anteriores sobre ondas. O docente organizará a sala em grupos de aproximadamente 5 pessoas. Coloque o tabuleiro em uma mesa centralizada na sala, permitindo que os grupos fiquem ao redor. • Disponibilize um peão em formato de onda para representar cada grupo. As perguntas serão dispostas em formato de cartas, embaralhadas e sorteadas a cada rodada por um membro do grupo. (Trecho da segunda aula da sequência didática Ondulatória)

Ao adotar essa perspectiva, a avaliação se torna um recurso lúdico para potencializar a aprendizagem, estimulando o pensamento crítico, a autonomia e a ressignificação dos conceitos abordados. Assim, cada atividade avaliativa se configura como uma oportunidade para aprofundamento e consolidação do conhecimento, tornando o processo de ensino mais dinâmico e significativo.

4.2.4. As questões sociais podem emergir da aprendizagem de Física

As questões sociais estão profundamente conectadas aos diversos conteúdos da Física, uma vez que a ciência influencia e é influenciada pelo contexto social em que se desenvolve. As descobertas e avanços científicos impactam diretamente a vida das pessoas, promovendo mudanças tecnológicas, econômicas e culturais. Além disso, a forma como o conhecimento é produzido e aplicado reflete as necessidades e desafios da sociedade em diferentes momentos históricos, evidenciando a relação entre a Física e o desenvolvimento social. Mas na primeira aula da sequência didática Introdução a Física essa confluência está mais evidente

Inicialmente o professor montará uma mesa com objetos do dia a dia que remetem à grandes áreas da Física, como uma garrafa de café, um imã de geladeira, uma balança, um relógio, um rádio... coisas comuns e que podem ser encontradas em casa. Os alunos serão organizados em um semicírculo em volta dessa mesa. Como tema gerador o docente perguntará aos alunos “Quem inventou essas coisas?” Os estudantes poderão inclusive usar o celular, caso disponham, para pesquisar a

história por trás de alguns objetos. O aluno que tiver a informação socializará com a turma. É importante que previamente o professor disponibilize junto aos objetos uma descrição sobre quem o inventou e quando, caso os alunos não tenham acesso à informação, assim eles poderão buscá-la ali mesmo. O educador explorará com os alunos o tempo em que foi objeto foi inventado e como eles tem importância para o dia a dia da vida que levamos hoje, como foram aprimorados com o tempo, ou como foram substituídos por outras descobertas. A partir daí a palavra geradora será invenção, e os alunos serão convidados a imaginar como as pessoas que tiveram a ideia chegaram aos produtos ali dispostos. O professor os instigará a pensar no trabalho que tiveram, nos erros que cometeram, no quanto estudaram, anotaram, desenharam, testaram, experimentaram etc. Os educandos poderão imaginar qual descoberta deu mais trabalho, qual foi mais fácil, e o que eles gostariam de ter inventado entre os objetos dispostos ou coisa que exista ou não. Com isso, o professor poderá trabalhar o conceito de ciência, apresentar a Física como uma ciência realizada através da observação, experimentação e desenvolvimento de teorias que embasam muitas invenções importantes para nossa vida em sociedade e para nossa sobrevivência nos tempos atuais. Por fim, como conclusão da aula, o educador apresentará alguns nomes de Físicos e Físicas que realizaram grandes descobertas, como: César Lattes, físico brasileiro descobridor do Mesón- π , descoberta que levou à concessão do Prêmio Nobel de Física de 1950; José Leite Lopes, físico brasileiro, especializado em teoria quântica de campos e física de partículas; Sônia Guimarães, primeira mulher negra doutora em Física no Brasil e primeira mulher negra a ser professora no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) do Brasil; Marie Curie, cientista polonesa naturalizada francesa, vencedora de dois Nobel, um em Física e o outro em Química; Isaac Newton, físico inglês mundialmente reconhecido como um dos grandes nomes da ciência de todos os tempos, uma das figuras chave na revolução científica no século XVI. (Trecho da primeira aula da sequência didática Introdução a Física)

A questão social abordada nessa aula está relacionada ao reconhecimento do papel da ciência e da tecnologia na construção da sociedade, bem como à valorização dos cientistas e inventores, especialmente aqueles historicamente invisibilizados. Ao explorar a origem de objetos do cotidiano e o processo de invenção, a aula propõe uma reflexão sobre como o conhecimento científico impacta a vida das pessoas e como a tecnologia evolui em resposta às necessidades sociais.

Em uma perspectiva mais interdisciplinar, também podem refletir sobre as comunidades locais e a produção de alimento por meio da agricultura familiar, podem discutir o acesso a alimentos de qualidade, o direito a alimentação, a qualidade da merenda da escola, a escassez vivida por algumas comunidades, a preservação ambiental entre diversos outros temas e ciências que podem ser incluídas na aprendizagem de Física.

Além disso, a atividade incentiva os alunos a refletirem sobre o acesso ao conhecimento e as condições em que diferentes cientistas desenvolveram suas descobertas. Muitos inventores enfrentaram desafios como falta de reconhecimento, recursos limitados e barreiras sociais. Dessa forma, a aula também pode abrir espaço para discutir a desigualdade no campo científico, a participação de grupos historicamente excluídos e a importância de democratizar o acesso à educação e à pesquisa.

Ao apresentar nomes de físicos brasileiros ao lado de cientistas mundialmente reconhecidos, o professor contribui para desconstruir a ideia de que a ciência é produzida apenas por determinados grupos ou regiões. Isso ajuda a ampliar a visão dos alunos sobre o papel da Física e seu impacto na sociedade, incentivando o interesse pela ciência como uma construção coletiva e acessível a todos.

Na sequência didática Eletromagnetismo na primeira aula também vemos a abordagem social

No primeiro momento o docente começará relembrando o que foi trabalhado na aula do funcionamento do chuveiro dando ênfase na palavra resistência e possíveis significados para ela. Exemplos: impedimento, dificuldade, suporte etc. Em seguida ele organizará a sala em semicírculo levar novamente um chuveiro e desmontá-lo com a turma. O docente tirará a resistência do chuveiro e realizar uma prática com os educandos que consiste em fazer uma associação em uma série de pilha. Para isso será necessária 1 resistência de chuveiro simples de um circuito direto fechado: Resistência de chuveiro O docente precisará também de 3 baterias 9v, ligadas em série, uma vasilha de vidro com 300 ml de água. A prática consistirá em deixar as resistências funcionarem na água por cerca de 2 min cada e avaliar com o tato para perceber o que aconteceu com a temperatura da água quando mudamos o tamanho da resistência. A partir daí, o docente fará algumas questões: • O que aconteceu quando mudamos o tamanho da resistência? • O que podemos concluir com a prática realizada? A conclusão que precisamos chegar é que ao aumentar o tamanho da resistência a temperatura diminui. Por isso podemos controlar a temperatura da água do nosso banho. Isso acontece porque, pela lei de Ohm, $U = R \cdot i$. Logo, a corrente é inversamente proporcional a resistência. Ou seja, se a resistência for grande, a corrente é pequena. Usando essa regra, quanto mais curta for a resistência, maior será a corrente circulando por ela, consequentemente, maior será a quantidade de calor gerado. (Trecho da primeira aula da sequência didática Eletromagnetismo)

A questão social abordada nessa aula está relacionada ao consumo consciente de energia elétrica e à acessibilidade a recursos básicos, como o chuveiro elétrico, que é amplamente utilizado no Brasil. Ao compreender o funcionamento da resistência do chuveiro e sua influência na temperatura da água, os alunos podem refletir sobre o

impacto do uso eficiente da eletricidade tanto no conforto doméstico quanto na economia de energia, reduzindo custos e minimizando impactos ambientais. Além disso, a aula pode estimular discussões sobre desigualdade no acesso à energia e como a ciência pode contribuir para soluções sustentáveis e acessíveis para a população.

Nas aulas sobre: grandezas e medidas, o que é força, a primeira lei de Newton (princípio da inércia), a terceira lei de Newton (ação e reação), termodinâmica no dia a dia e introdução ao estudo das ondas, são abordados temas sociais como a percepção do espaço e da nossa posição no mundo, a compreensão de como as forças atuam no cotidiano e influenciam diretamente a vida das pessoas, o método científico como ferramenta para compreender e transformar a realidade, e a compreensão dos princípios científicos que fundamentam tecnologias e fenômenos do cotidiano. Também são discutidos a valorização da cultura local, a sustentabilidade, a comunicação e o acesso à informação.

Segundo Libâneo (2017) o planejamento é o processo no qual o docente racionaliza, organiza e coordena suas ações articuladas a atividade escolar e o contexto social, pois tudo que se realiza na escola está atravessado de questões políticas, econômicas e culturais de uma sociedade de classes, ou seja, “isso significa que os elementos do planejamento escolar — objetivos, conteúdos, métodos — estão recheados de implicações sociais, têm um significado genuinamente político” (LIBÂNEO, 2017, s.p.).

Esse pensamento de Libâneo (2017), reforça o que Freire (1992) apontava, a escolha metodológica dos professores e as ações em sala de aula não são neutras. Assim, se o ensino de Física continuar seguindo a métrica tradicional já apresentada aqui, favorecerá o desmonte da educação científica, sobretudo para os estudantes da rede pública, cujas políticas de fragilização do Ensino Médio já tem cumprido o papel de desvalorizar através da diminuição significativa de aulas de Física. Para contribuir com esse processo de valorização da educação científica e fortalecimento do papel da Física no currículo escolar, optamos por pensar em sequências didáticas, ou seja, um conjunto de atividades que precisam dialogar entre si e não estão soltas no planejamento do professor. O docente avança progressivamente com os conceitos estudados, sem esperar superar o conteúdo em um único encontro, podendo realizar tais atividades em aulas diferentes de forma a introduzir, aprofundar e consolidar a aprendizagem de determinado assunto.

4.3. Resultados da oficina para produção de aulas freirianas explorando temas geradores

Ao longo da produção do portfólio desenvolvemos uma oficina no contexto da disciplina de Didática, na qual a coordenadora dessa pesquisa lecionava, conforme descrito anteriormente. Como resultado, os alunos das licenciaturas conseguiram incluir palavras ou questões geradoras em um plano de aula exigido pela professora da disciplina como forma de avaliação, também propuseram aulas dialógicas e mais interativas. Optamos por não trazer os resultados dos alunos da Geografia por não serem o escopo de investigação e alvo do produto da pesquisa, mas eles também produziram planos conforme exigido e apresentaram resultados satisfatórios ao incluir temas geradores e propuseram aulas mais dialógicas e interativas. A seguir apresentaremos três trechos recortados dos alunos da licenciatura em Física que participaram da oficina:

Figura 19: Primeiro exemplo de um trecho da metodologia produzida por um estudante de Física após a oficina ministrada pelo bolsista.

Metodologias/Desenvolvimento:	1º) Nesse primeiro momento para o nível de conhecimento dos alunos, fiz uma introdução levando como tema gerador da aula "O que é trajetória?", ao qual os alunos foram instigados a falar sobre a pergunta. provavelmente vão falar sobre o trajeto que vão pra escola, ou que vão para algum lugar, ou uma viagem, se ainda assim houver dúvidas a ideia seria interagir ainda mais com eles, mostrando um trajeto dentro da sala. 2º) no segundo momento ainda interagindo com a turma sobre o tema gerador, dando início a todo conteúdo, mostrando o MRUV, explorando a diferença entre MRU e MRUV, apresentar a inovação fundamental do MRU $v_0 + a \cdot t$, apresentar equações do MRUV (posição em função do tempo) $S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$, explorar relação entre as velocidades inicial e final.
-------------------------------	---

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

No trecho da figura 19 é possível notar que o aluno usou uma questão geradora para promover o diálogo inicial com os estudantes e levantar conhecimentos prévios que eles tenham sobre o tema. Em contrapartida das aulas comumente expositivas, o licenciando começa a aula preocupado em saber os conhecimentos que os estudantes já trazem para aula. Essa proposta se contrapõe ao ensino tradicional, no qual o docente é o responsável por “dar” a aula, como se transmitisse o conteúdo aos alunos que, por sua vez, tem o papel de absorver o conhecimento. A proposta que a oficina apresentou aos discentes é a de uma aula que parte do diálogo como elemento chave para aprendizagem acontecer. O professor não irá transmitir conhecimento, irá desenvolver o novo conhecimento a partir da trajetória daquele grupo de alunos. Assim, cada aula é única. A seguir um outro exemplo:

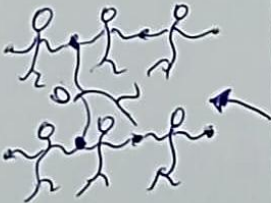
Figura 20: Segundo exemplo de um trecho da metodologia produzida por um estudante de Física após a oficina ministrada pelo bolsista.

Metodologias/Desenvolvimento:	A princípio, como princípio preciso faz-se a uma chuva de palavras com a palavra geradora: TRÍO ELÉTRICO. Os discentes deveriam lembrar de som, diversão, alegria, festas, luzes coloridas, festa, etc. Para o 2º momento poder-se a usar as palavras ditas para construir o conteúdo de forma interativa. Lembraremos que para as festas precisamos do som. Esse som precisa ser alto ou baixo? Assim falarão que o som precisa ser alto, e alto é a mesma coisa de dizer que o som tem intensidade alta, que é medida com um aparelho chamado decibélímetro. Então decibéis são usados para medir a intensidade do som, sendo o som tipos de ondas mecânicas, longitudinais e transversais que se propagam nos sólidos, nos líquidos e nos gases. Será então perguntado aos discentes: Aonde o som propaga com maior velocidade? Na rocha, na água ou no ar?
-------------------------------	--

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Nesse trecho recortado do plano de outro aluno podemos identificar a palavra tri-elétrico usada para promover o diálogo e a interação com os alunos, buscando associar vivências e emoções dos estudantes com o novo conhecimento que estaria sendo construído em aula. Em seguida apresentaremos o terceiro exemplo:

Figura 21: Terceiro exemplo de um trecho da metodologia produzida por um estudante de Física após a oficina ministrada pelo bolsista.

Metodologias/Desenvolvimento: 	INICIAR A AULA COLOCANDO OS ALUNOS SENTADOS EM CÍRCULO ONDE EU TAMBÉM FAÇO PARTE DO MESMO. E FAZENDO PERGUNTA: NO FALTO, POR QUE COLOCAMOS A CHAVE DO CHUVEIRO NO INVERNO? CLARO QUE TODOS DEVEMO RESPONDER A ESTA PERGUNTA QUE PARECE SER OBVIA. EM SEGUIDA NA CONDUÇÃO DA RODA DE CONVERSA, UMA SEGUNDA PERGUNTA QUEM UTILIZA O FERRO DE PASSAR ROUPAS? E MAIS UMA INDAGAÇÃO, O PORQUE DEPENDENDO DO TECIDO, MUDAMOS A CHAVE, E O FERRO ESQUENTA MAIS OU MENOS? AINDA NA RODA DE CONVERSA INDAGAR SE OS ALUNOS SE ELAS SABERIAM O QUE É QUE LEVA O FERRO OU CHUVEIRO A ESQUENTAR MAIS OU MENOS? APÓS OUVIR AS RESPOSTAS, PEÇO A PELO MENOS UM TRÊS ALUNOS PARA IREM NO MEIO DA RODA E FICAREM UM DO LADO DO OUTRO EM SEGUIDA PEÇO QUE ELAS DEEM AS MÃOS, E FAÇO UMA ANALOGIA COM RESISTORES LIGADOS EM SÉRIE, EXPLICANDO QUE CADA ALUNO REPRESENTA UM RESISTOR E QUE COMO ESTÃO LIGADOS EM SÉRIE, TODOS SÃO PERCORRIDOS PELA MESMA CORRENTE. EM SEGUIDA PEÇO A MAIS QUATRO ALUNOS, PARA TAMBÉM SE DIRIGIREM PARA O CENTRO ONDE TRÊS DELES FICARÃO DE FRENTE PARA OS TRÊS QUE JÁ ESTAVAM NO CENTRO, ESTES TRÊS QUE ENTRARAM NO CÍRCULO TAMBÉM SE POSICIONARÃO UM AO LADO DO OUTRO DE MÃOS DADAS E O QUARTO ALUNO IRÁ SE POSICIONAR ENTRE AS DUAS FILCIPAS UNINDO-AS COMO NO DESENHO AO LADO. NESTE MOMENTO VOU CONSTRUINDO COM MEU ALUNO O CONCEITO DE RESISTOR EM PARALELO FAZENDO ELE COMPREENDER QUE NESTE CASO COMO A CORRENTE TEM MAIS DE UM CAMINHO PARA PERCORRER, ESTE COMPARTAMENTO CARACTERIZA UM CIRCUITO PARALELO. ENTÃO ESTE DOIS CONCEITOS O MISTO É A JUNCÃO DOS DOIS. E COM ELA ENTENDENDO QUE O RESISTOR É UM COMPONENTE ELÉTRICO QUE OFERECE RESISTÊNCIA À PASSAGEM DA CORRENTE E POR ISSO ESQUENTA, CONSEGUIREI EXPLICAR QUE QUANDO LAVEREMOS QUE O CHUVEIRO OU FERRO ESQUENTA MAIS, AUMENTAMOS O TAMANHO DA RESISTÊNCIA. E VICE VERSA!
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor, ano 2023.

Nesse terceiro exemplo, nos chama atenção que o aluno propõe questões para o diálogo com a turma estimulando a curiosidade deles em entender o funcionamento de itens comumente usados no dia a dia das famílias: ferro e chuveiro. Mas o destaque dessa

aula está no fato de o professor promover uma dinâmica que tira os alunos das cadeiras e os coloca como atores principais, demonstrando como se constrói tipos de circuito elétricos usando seus próprios corpos e interagindo com os colegas.

Essas propostas de aulas que desenvolvemos e que os estudantes das oficinas desenvolveram são um caminho inovador para o ensino de Física no qual propomos aulas baseadas no diálogo e nos conhecimentos prévios dos alunos, a partir de princípios freirianos. Como aulas de ciências, buscamos promover momentos de reflexão, interação, experimentação e ludicidade, pois compreendemos que são elementos que podem enriquecer a aprendizagem de Física. Portanto, as aulas que propomos são pensadas visando contribuir para esse processo de valorização da educação científica e fortalecimento do papel da Física no currículo escolar.

Segundo Kaunano e Marandino (2021), existem duas tendências de pesquisas e práticas que associam os pressupostos Freirianos “Potencialidades e limitações na construção de uma ponte entre Paulo Freire e Alfabetização Científica”.

Uma é a Tendência epistemológica que se baseia nos aportes teóricos e filosóficos de Paulo Freire para: discutir visões de ciência com foco no pensamento decolonial abordando questões de classe, raça, gênero e sexualidades, ambiente etc. cujas questões da ciência demandam questionamento e reformulação do trabalho educativo em ciências; e de problematizar a natureza da ciência dentro dos processos educacionais na perspectiva histórica, social, política etc. A outra Tendência é a metodológica, mais próxima do que nos propusemos, parte da investigação e uso de temas geradores para desenvolver estratégias de ensino-aprendizagem de ciências e discutir os currículos de ciências. “Nela, a construção de estratégias de ensino-aprendizagem contextualizadas, interdisciplinares e voltadas à decodificação e ação sobre a realidade são o elemento central” (Kaunano; Marandino, 2021, p.20-21).

Diante da proposta de pensar a aprendizagem de Física por meio da práxis e da dialogicidade, nos deparamos com o desafio de revisitar os pressupostos teóricos de Freire e superar nossa experiência como alunos que, tanto na trajetória escolar quanto na acadêmica tivemos a dificuldade de aprender Física por meio do diálogo, da pergunta curiosa e, por vezes, ingênua. Houve um exercício constante de pensarmos “Isso que estamos propondo é freiriano?”, no sentido de refletirmos se era uma simples escolha de palavras ou temas, ou se de fato estávamos interessados na participação ativa dos estudantes, visto que ela tomaria tempo da aula e da explicação. Notamos que levamos mais tempo para explicar coisas consideradas simples como o que é uma medida e uma

unidade de medida. No entanto, entendemos que se o currículo não nos dá carga-horária que consideraríamos suficiente, melhor seria ensinar direito o máximo que conseguíssemos do que não ensinar nada de forma significativa. Sabemos que é um desafio, mas foi uma escolha consciente. As escolhas das aulas e do tempo dedicado a elas foram decisões políticas, pois, diante da carga horária reduzida, optamos por ensinar de forma aprofundada e significativa aquilo que conseguimos, ao invés de abordar muitos conteúdos superficialmente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, propomos aulas que valorizam o conhecimento prévio dos estudantes, estimulam a criação de modelos, ampliam a visão da ciência como um processo em constante construção e superam a prática de memorização e testagem. Essas propostas possuem um forte potencial para despertar o interesse dos alunos pela Física, que é um dos principais desafios apontados na literatura. Diante desse contexto, adotamos a concepção Freiriana de aulas dialógicas, reflexivas, críticas e participativas para elaborar sequências didáticas que podem ser adaptadas pelos professores, considerando as características de suas turmas e comunidades escolares.

Ao todo, foram desenvolvidas propostas de aulas para a introdução ao ensino de Física, Mecânica, Termodinâmica, Ondas, Óptica e Eletromagnetismo. Cada sequência didática explora "temas geradores", promovendo o levantamento do conhecimento prévio dos estudantes sobre o conteúdo estudado, além de atividades teórico-práticas. As sequências também contam com material didático associado, permitindo a observação e análise de fenômenos físicos, de modo a proporcionar práticas científicas em escolas que não possuem laboratórios, além de estimular a interação dos estudantes com a Física, favorecendo a apropriação dos conceitos abordados. No contexto de uma oficina que realizamos com estudantes da licenciatura em Física, vimos que a proposta tem potencial para estimular a criatividade de professores que podem pensar nos seus próprios temas e palavras geradoras, em aula dialógicas e de aprendizagem ativa, indicando ser uma prática compreensível e possível de ser implementada.

Essa pesquisa pode contribuir não apenas para o ensino de Física no curso de licenciatura do IFMG – Campus Ouro Preto, mas também para o desenvolvimento de trabalhos interdisciplinares e projetos pedagógicos de intervenção. A partir dela, sugerimos questões para aprofundamento, como a aplicação dessas sequências didáticas e a análise da relação dos educandos com o processo de aprendizagem, possibilitando o aprimoramento contínuo das propostas, uma vez que ainda não foram todas implementadas em sala de aula.

Além disso, a experiência de planejar aulas enquanto lecionava na rede estadual revelou desafios, especialmente na gestão do tempo, pois algumas atividades não podiam ser realizadas devido às limitações de carga horária. Assim, a aplicação dessas sequências não se limita à simples reprodução do material; exige do professor persistência,

flexibilidade e um olhar atento às necessidades da turma. A frustração pode surgir, pois nem todos os alunos participarão ativamente ou demonstrarão interesse imediato, mas esse é um desafio inerente ao ensino. A escolha por aulas críticas e dialógicas, que valorizam o conhecimento prévio dos estudantes, representa não apenas uma abordagem metodológica diferenciada, mas também um compromisso ético e político com a democratização do ensino e a transformação social. Trata-se de um esforço para tornar o aprendizado da Física mais acessível e significativo para os estudantes, especialmente aqueles pertencentes a contextos historicamente marginalizados, contribuindo para o fortalecimento de uma educação voltada para a equidade e a emancipação dos sujeitos.

6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. D.; SOUSA, F. da S. C. de S.; MACHADO, F. da S.; SANTOS, A. M. dos. O mal-estar docente no ensino de física: perspectivas e desafios. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 6, p. e106963265, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i6.3265. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3265>. Acesso em: 5 mar. 2025.

BARBOSA, Alexandre Rodrigues. **Atividades lúdicas no ensino de física: desafios e possibilidades para a EJA**. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade de Brasília UNB, 2019. Disponível em: [h <https://repositorio.unb.br/handle/10482/34902>](https://repositorio.unb.br/handle/10482/34902). Acesso em: 03 mar. 2025

BEICHNER, Robert J. et al. The student-centered activities for large enrollment undergraduate programs (SCALE-UP) project. **Research-based reform of university physics**, v. 1, n. 1, p. 2-39, 2007. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/32837058/Chapter.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2024.

BERNADELLI, Rodrigo; LEONEL, André Ary. A Alfabetização Científica e Tecnológica através do Ensino de Cosmologia: uma abordagem CTS para a Evolução do Universo. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais do XII ENPEC-Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências**, 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0096-1.pdf>. Acesso em: 28 fev 2025

BICUDO, M. A. V. **Aspectos da pesquisa qualitativa efetuada em uma abordagem fenomenológica**. In: Maria Aparecida Viggiani Bicudo. (Org.). Pesquisa qualitativa segundo uma visão fenomenológica. 1ª ed. São Paulo: Editora Cortez, 2011, v., p. 29-40.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **O que é método Paulo Freire** (Primeiros Passos). 1ª edição, 2017, Brasiliense, ebook. Disponível em: <https://www.acervo.paulofreire.org/bitstreams/ddea6ca3-6cb9-4c8a-bb0f-db8a90352a70/download> Acesso em: 12 mar. 2022.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **O que é método Paulo Freire**. São Paulo: Brasiliense, 1981.

BRAGA, Denise Lughy Medeiros et al. **Ensino de geração de campo magnético na perspectiva dos três momentos pedagógicos**. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29351>. Acesso em: 02 mar. 2025

COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias; WIEHE, Lilian Cristina Nalepinski. Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 7-34, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6158>. Acesso em: 02 mar. 2025

COELHO, Suzana Maria; TIMM, Rita Mara Bueno; SANTOS, Juliana Mariani. Educar pela pesquisa: uma experiência investigativa no ensino e aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p. 549-567, 2010. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165458>. Acesso em: 02 fev. 2025.

COSTA, C. B. S.; Gessica da Silva de Brito ; Argemiro Midonês Bastos . Ensino lúdico: o uso de brinquedo no ensino de ondulatória. In: **Marcos Pereira dos Santos. (Org.). Métodos e práticas pedagógicas: estudos, reflexões e perspectivas**. 1ed. Ponta Grossa: AYA Editora, 2021, v. v., p. 153-172. Disponível em: <https://repositorio.ifap.edu.br/jspui/handle/prefix/340>. Acesso em: 02 mar. 2025.

DA COSTA SAAB, Sérgio; CÁSSARO, Fabio Augusto Meira; BRINATTI, André Maurício. Laboratório caseiro: tubo de ensaio adaptado como tubo de kundt para medir a velocidade do som no ar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, p. 112-120, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6397>. Acesso em: 02 mar. 2025

DA ROSA, Cleci Werner; DA ROSA, Álvaro Becker. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las ciencias**, v. 4, n. 1, 2005. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen04/ART2_Vol4_N1.pdf. Acesso em: 03 mar 2025

DA SILVA, Patrick Oliveira et al. OS DESAFIOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: Imagem: StockPhotos. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 829-834, 2018. Disponível em: <https://revista.faema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/593>. Acesso em: 02 fev 2023

DIAS, Néryla Vayne Alves. GOMES, Alberto Albuquerque. RABONI, Paulo César de Almeida. A Pesquisa na Formação de Professores de Física: as produções da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações no período 2012-2017. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, e20041, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320200041>. Acesso em: 1 de jul de 2023.

DEWEY, J. **Democracy and Education**. An introduction to the philosophy of education (Myers Education Press, Gorham, 2018). Disponível em: <https://nsee.memberclicks.net/assets/docs/KnowledgeCenter/BuildingExpEduc/BooksReports/10.%20democracy%20and%20education%20by%20dewey.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2024.

FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L. da. Ensino de física: fundamentos, pesquisas e novas tendências. **Plurais - Revista Multidisciplinar**, Salvador, v. 6, n. 2, p. 9–19, 2021. DOI: 10.29378/plurais.2447-9373.2021.v6.n1.12199. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/plurais/article/view/12199>. Acesso em: 30 jan. 2025.

FORTUNA, Volnei. A relação teoria e prática na educação em Freire. In: **REBES - Revista Brasileira de Ensino Superior**, v. 1, n. 2, p. 64-72, out. dez. 2015. Disponível em: <http://seer.atitus.edu.br/index.php/REBES/article/view/1056>. Acesso em: 03 jul. 2023.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1962. GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

FREIRE, Paulo. **Ação cultural para a liberdade**. 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 10. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo. **Política e educação: ensaios**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001. (Coleção Questões de Nossa Época; v. 23).

FREIRE, Paulo; FAUNDEZ, Antonio. **Por uma pedagogia da pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da esperança: reencontro com a Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996. (Coleção Leitura).

GADELHA, M. L. de S. L. .; OLIVEIRA, D. N. da S. .; CARVALHO, S. M. G. de . As contribuições da Pedagogia freireana para uma educação como ato político. **Ensino em Perspectivas**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 1–12, 2021. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/5924>. Acesso em: 10 mar. 2025.

GOMES, Francisco Halyson Ferreira; ALVES, Suiane Costa. Projeto parque-escola: contextualizando o ensino e promovendo a aprendizagem em física. In: **Propostas Inovadoras de Ensino-Aprendizagem no Ensino de Ciências e Matemática**. 1ed.Curitiba: CRV, 2018, v. 1, p. 379-390. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Suiane-Alves/publication/339915792_Projeto_Parque_Escola_contextualizando_o_ensino_e_promovendo_a_aprendizagem_em_fisica/links/6241d92621077329f2dd27d7/Projeto-Parque-Escola-contextualizando-o-ensino-e-promovendo-a-aprendizagem-em-fisica.pdf. Acesso em: 28 fev 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008. Disponível em: http://www.feata.edu.br/downloads/revistas/economiaepesquisa/v3_artigo01_globalizacao.pdf. Acesso em: 4 mar. 2023

GONÇALVES, Daniela. ELETROMAGNETISMO E EDUCAÇÃO: AS DIFICULDADES PERCEBIDAS NO ENSINO DE LEIS FÍSICAS NAS ESCOLAS BRASILEIRAS. **Pensar Acadêmico**, v. 19, n. 1, p. 99-110, 2021. Disponível em: <http://www.pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/pensaracademico/article/view/2006>. Acesso em 02 mar. 2025

HODSON, Derek. Trabalho prático em ciências escolares: explorando algumas direções para mudança. **International Journal of Science Education**, v. 18, n. 7, p. 755-760, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0950069960180702> Acesso em 10 ago. 2024

KAUANO, Rafael Vitame; MARANDINO, Martha. Paulo Freire na educação em Ciências Naturais: tendências e articulações com a Alfabetização Científica e o movimento CTSA. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e35064-28, 2022. disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u521548>. Acesso em: 04 mar. 2025

KONZEN, Alessandra Nilles; MENDES, Dawid Freitas; DOS SANTOS, Rosemar Ayres. AS POTENCIALIDADES E OS DESAFIOS DO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, 2021. Disponível em: <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/download/15568/10338>. Acesso em: 28 fev. 2025.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2017; formato epub.

LIMA, E. G. Metodologia alternativa para o ensino de Física: experimento de baixo custo em Mecânica. 2019. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/44977>. Acesso em 02 Mar 2025.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar**: estudo e proposições / Cipriano Carlos Luckesi. -- 1. ed. -- São Paulo: Cortez, 2013.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem: visão geral**. In: Entrevista concedida ao Jornalista Paulo Camargo, São Paulo, publicado no caderno do Colégio Uirapuru, Sorocaba, estado de São Paulo, por ocasião da Conferência: Avaliação da Aprendizagem na Escola, Colégio Uirapuru, Sorocaba, SP. 2005. p. 31. Disponível em: http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2009-2/Educacao-MII/2SF/Nadia/3-Art_avaliacao_entrev.pdf. Acesso em: 26 fev. 2025

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **ESTUDOS AVANÇADOS** v. 32, n. 94, 2018. Disponível em: <https://ri.ufrb.edu.br/handle/123456789/3819>. Acesso em: 07 nov. 2024

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018. Disponível em: <https://www.unirio.br/cultura/ppgedu/backup/1f4c1produtos/DissertaoPPGEduIgorLboSiqueiraRodrigues.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2023.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (São Paulo), v. 43, p. e20200451, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>. Acesso em: 14 de set. 2022.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Século XXI: desafios e equívocos. **Revista do Professor de Física**, v. 2, p. 80-94, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s010340142018.3294.0006> . Acesso em: 14 de set. 2022.

MOREIRA, Marco Antônio. O que é afinal aprendizagem significativa? 2010. **Instituto de Física–UFRGS**. Porto Alegre, 2016. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2024.

NOGUEIRA, Carolina de Luca Menezes. **Possibilidades e desafios na contextualização dos conteúdos de física do ensino médio**. Mestrado profissional em Programa de Pós Graduação Profissional em Educação-PPGPE. Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR, Brasil. 2019. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/SCAR_f853349ec946a874f868da2fb38dd6c7. Acesso em: 02 fev. 2023.

OLIVEIRA, Gislene Farias de. Por uma Educação Transdisciplinar. **Revista Multidisciplinar e de Psicopedagogia**. *Artigo disponível no portal ID Online*. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/244>. Acesso em: 03 mar. 2025.

RODRIGUES, Igor Lôbo Siqueira. **Paulo freire e o ensino de física–o caráter freireano de relatos de experiência do SNEF**. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro, Brasil: Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.unirio.br/cultura/ppgedu/backup/1f4c1produtos/DissertaoPPGEduIgorLboSiqueiraRodrigues.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2024

ROGERS, C. **Libertação para aprender**. 1969. Tradução de Marco Antônio Lorieiro Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraDownload.do?select_action=&co_obra=205189&co_midia=2 Acesso em 22 ago. 2024.

SANTOS, M. P. ; RIBAS, T. F. ; LUDWIG, Cristiane ; LUDWIG, Cristiane . Algumas reflexões sobre os desafios para o Ensino da Física. In: IX ENALIC, 2023, Lajeado. **Anais do IX ENALIC**. Campina Grande: Editora Realize, 2023. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enalic/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV190_MD1_ID8006_TB1823_20112023205111.pdf. Acesso em 28 fev 2025

SCHWAB, Joseph J. O prático 3: Tradução para o currículo. **The school review**, v. 81, n. 4, p. 501-522, 1973. Disponível em: <http://links.jstor.org/sici?sici=0036-6773%28197308%2981%3A4%3C501%3ATP3TIC%3E2.0.CO%3B2-F>. Acesso em: 22 ago. 2024.

STUDART, Nelson. Complexidade na física e seu ensino: apresentação da edição especial. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20210031, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0031>. Acesso em 02 mar. 2025.

TONET, M. D; LEONEL, A. A. Nanociência e Nanotecnologia: uma revisão bibliográfica acerca das contribuições e desafios para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 431-456, ago. 2019. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/21757941.2019v36n2p431>. Acesso em 30 jun de 2023.

VERGNAUD, Gérard. La théorie des champs conceptuels. Publications de l'institut de recherche mathématiques **de Rennes**, n. S6, p. 47-50, 1989. Disponível em: http://www.numdam.org/item/PSMIR_1989__S6_47_0.pdf. Acesso em: 10 ago. 2024.

APÊNDICE A – Portfólio “Propostas para o ensino de Física numa perspectiva Freiriana”, de autoria de Alcântara, Dias e Mattos, 2023.

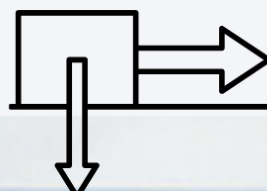


$$E = m \cdot c^2$$



PORTFÓLIO

PROPOSTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA NUMA PERSPECTIVA FREIRIANA



Org.: Rodrigo M. de Alcântara (bolsista PIBIC - CNPq)
Aline M. Dias (IC Voluntária)
Layla J. G. Mattos (Orientadora)

Quem foi Paulo Freire? Educador brasileiro reconhecido internacionalmente por sua defesa de uma educação crítica, humanizada e transformadora! Quer saber mais sobre sua teoria escaneie o QR CODE assista algumas de suas falas disponíveis no *Youtube* ou acessar a [Biobibliografia do Paulo Freire](#) organizada pelo educador Moacir Gadotti.



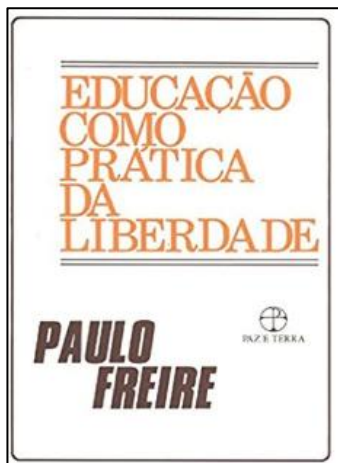
Este portfólio é fruto do projeto de pesquisa vinculado ao Programa Institucional de Fomento a Bolsas de Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG), selecionado com bolsa de iniciação científica no Edital 57/2022. O projeto foi coordenado pela professora Layla Júlia Gomes Mattos, vinculada ao *campus* Ouro Preto - MG e a equipe de trabalho foi composta pelos estudantes de licenciatura em Física do IFMG-OP, Rodrigo Mapa de Alcântara (Bolsista) e Aline Fernanda Mapa Dias (Voluntária).

Como resultado da pesquisa, apresentaremos a seguir sugestões de aulas compostas por material didático e métodos de ensino que possam servir de ponto de partida para aulas de Física que mobilizem os

estudantes a interagirem com o conhecimento a ser construído em salas de aula, principalmente da rede pública, nas quais comumente falta recursos para experimentos e práticas de ensino em laboratórios, por exemplo. Uma proposta como essa se justifica pela necessidade de apresentarmos caminhos aos professores e futuros professores de Física para aulas que proporcionem uma aprendizagem ativa e significativa aos estudantes. As sequências didáticas estão relacionadas a diversos conteúdos de Física referente a matriz curricular do Ensino Médio, e contam com sugestões que podem ser adaptadas pelos professores considerando as características de suas turmas e comunidades escolares. O material didático associado as sequências didáticas são apresentadas em formato de jogos ou em material concreto que podem ser trabalhados de forma dinâmica e interativa, transformando a sala de aula comum em “laboratórios”, contribuindo para que estudantes de Física se apropriem dos conceitos estudados.

Para isso, tomamos como pressuposto teórico o ensino e a aprendizagem na perspectiva de Freire (1996), que defende que os processos de ensino e de aprendizagem devem partir de uma relação dialógica estabelecida entre educador e educandos. Para que isso aconteça, é importante que o docente, em toda sua formação, inicial e continuada, aprenda a refletir sobre sua prática e promova aulas que resistem à educação bancária, cuja prática pedagógica está centrada na figura do professor como quem detém o conhecimento. A aprendizagem construída numa Pedagogia Libertadora, mergulha no conhecimento prévio dos estudantes e em suas experiências para além das vivências na escola, visando construir o novo conhecimento com eles.

Paulo Freire é autor de diversas obras importantes para o campo de estudos da Pedagogia Libertadora e para a formação de professores. Neste trabalho nos embasamos principalmente nas obras “Educação como Prática da Liberdade” e “Pedagogia da Autonomia”, apresentadas a seguir:



(Usamos a 1ª edição, publicada em 1967)



(A 1ª edição foi publicada em 1996. Usamos a 59ª edição)

Além dessas obras, buscamos mais detalhes sobre a famosa experiência de [Angicos](#) [↗] que tornou o “método freire” conhecido. Nos embasamos na obra de Carlos Rodrigues Brandão, na qual há detalhes das ações de Paulo Freire e demais educadores que o desenvolveram. A seguir um registro da capa da obra de Brandão publicada pela primeira vez em 1981.



A partir desses estudos, olhamos para o Ensino de Física, cuja aprendizagem é voltada para a cultura dos testes, o que pode dificultar que os alunos aprendam de forma significativa, pois eles comumente são treinados para memorizar “[...] mecanicamente fórmulas, definições e respostas certas, para serem reproduzidas nas provas e esquecidas logo depois” (MOREIRA, 2021, p. 2). Para [Marco Antônio Moreira](#) [↗] (2021), referência nos estudos sobre o ensino de Física, o desafio de ensinar física envolve fazer com que os estudantes compreendam conceitos que compõem as fórmulas, pois elas são compostas pelos conceitos. Portanto, precisamos investir num ensino que valorize a aprendizagem dos conceitos físicos mais do que no formalismo matemático, contribuindo assim para uma maior compreensão dos fenômenos estudados e para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Se o conhecimento prévio é uma variável fundamental para a aprendizagem significativa, é obvio que no início das aulas deve-se buscar informações sobre esse conhecimento prévio dos alunos. Como fazer isso? Pré-teste? É comum que seja feito, mas não adianta muito porque geralmente é um teste de múltipla escolha que só mede o número de respostas certas sem dar nenhuma informação relevante sobre o conhecimento prévio dos alunos em termos de significado, de compreensão (MOREIRA, 2021, p. 4).

Acesse o [artigo completo](#) [↗]

Por isso, optamos por trazer os elementos do “método Freire” para este projeto, explorando “palavra geradora”, “tema gerador” e a mediação em “círculos de cultura” para o ensino de Física, considerando explorar o universo vocabular e a cultura dos alunos para ensinar ciências de forma significativa, dialógica e interativa, buscando valorizar os conhecimentos prévios que eles podem trazer para aula. As palavras e temas que apresentaremos são apenas exemplos para ilustrar aos professores as possibilidades de relação entre palavras comuns ao dia a dia dos alunos e os conceitos e fenômenos estudantes. É importante que cada docente estude as palavras e questões que farão mais sentido para as suas turmas.

As sequências não são um roteiro a ser seguido, são exemplos. Cada escola tem um contexto que a rodeia, está inserida em uma comunidade, tem um currículo próprio, tem um projeto de ser, tem recursos específicos disponíveis ou não, tem parcerias que podem ser estabelecidas entre colegas etc. Uma aula não acontece apenas dentro de uma sala ou turma, mas dentro de uma comunidade escolar. Portanto, esses elementos precisarão ser considerados e as devidas adaptações poderão ser feitas pelos docentes.

Além disso, para as aulas definimos conteúdos e temas que corresponde ao conhecimento geralmente estudando por turmas de ensino médio. Mas gostaríamos de ressaltar que cada turma é formada por um grupo de pessoas diversas, com característica e personalidades diversas, com necessidades educacionais específicas, com origens e realidades distintas. Isso precisa influenciar as escolhas metodológicas (material didático, método, exemplos...). É importante que em cada plano o/a professor/a identifique a turma e se lembre de sempre pensar a aula para os alunos dessa turma, para não reproduzir planos sem considerar as especificidades de cada grupo de alunos e instituição escolar.

Por fim, professores não são só um nome a ser identificado no plano. Nossa personalidade, comportamento diante da turma, relacionamento estabelecido com os alunos, formação na área que lecionamos, nossa organização, entre outras características individuais, influencia no plano que queremos desenvolver. Por isso, entendemos que precisamos desenvolver a habilidade de criar, de fazer escolhas pedagógicas criativas e que também envolvam nossas diversas habilidades. Então, propomos que essas atividades sejam adaptadas também a partir da criatividade do docente. Ao final da aula, é importante fazer um registro não só da aprendizagem dos estudantes, mas observar como foi o andamento do plano, a escolha metodológica, entre outras informações relevantes sobre alunos específicos. Nesse caso é um registro objetivo que pode contribuir para avaliação processual dos estudantes e organização das próximas aulas.

Layla Mattos

Aline Dias

Rodrigo Alcântara



SUMÁRIO

MODELO DE PLANO DE AULA USADO NO PROJETO	6
SEQUÊNCIA DIDÁTICA – INTRODUÇÃO À FÍSICA.....	9
1ª aula - A Física como ciência da natureza.....	9
2ª aula – Grandezas e medidas.....	11
3ª aula - Sistema internacional e a notação científica	14
SEQUÊNCIA DIDÁTICA – INTRODUÇÃO À MECÂNICA	19
1ª aula - O que é Força?	19
2ª aula - Primeira Lei de Newton – Princípio da Inércia.....	24
3ª aula - Força de atrito	29
4ª aula - A terceira lei de Newton - Ação e Reação	34
5ª aula - Segunda lei de Newton – Princípio fundamental da Dinâmica.....	37
6ª aula - Avaliação e revisão de conceitos físicos - “Corrida newtoniana	40
SEQUÊNCIA DIDÁTICA – TERMODINÂMICA	45
1ª aula - Termodinâmica no dia a dia.....	45
2ª aula - Calor e temperatura.....	52
SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ONDULATÓRIA.....	57
1ª aula - Introdução ao estudo de Ondas	57
2ª aula - Ondas: Avaliação e revisão de conceitos - “Corrida ondulatória”	64
SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ÓPTICA	68
1ª aula - A importância da Luz no cotidiano.....	68
2ª aula - Óptica – o olho humano e a relação com a câmera fotográfica	73
SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ELETROMAGNETISMO	79
1ª aula – Lei de Ohm a partir do funcionamento do chuveiro.....	79
2ª aula – Resistências	82
3ª aula – Circuitos - associação de resistores	85
Referências.....	89



MODELO DE PLANO DE AULA USADO NO PROJETO

O modelo e as dicas de como elaborar um plano de aula que será usado nesse projeto foi elaborado pela professora Layla Mattos para orientar estudantes de licenciatura que estão aprendendo a planejar. O objetivo é ajudar os futuros professores a pensarem os diversos elementos que envolvem a preparação e organização de uma aula. Não há um modelo que seja consenso e ele poderá ser adaptado as exigências de cada instituição. Contudo, a proposta é que os estudantes reflitam sobre o processo de planejamento e consigam elaborar uma boa sequência didática. Veja o modelo e as dicas a seguir:

Quadro 1: Modelo de plano de aula

Instituição:	Por que é importante definir a instituição? Porque cada escola tem um contexto que a rodeia, está inserida em uma comunidade, tem um currículo próprio, tem um projeto, tem recursos específicos disponíveis ou não, tem parcerias que podem ser estabelecidas entre colegas etc. Uma aula não acontece apenas dentro de uma sala de aula ou com uma turma, mas dentro de uma comunidade escolar.
Turma/nível:	Por que é importante identificar a turma? Porque cada turma é formada por um grupo de pessoas diversas, com característica e personalidades diversas, com necessidades educacionais específicas, com origens e realidades distintas. Isso precisa influenciar as escolhas metodológicas (material didático, método, exemplos...). Identifique a turma e lembre-se sempre de pensar a aula para os alunos dessa turma. Não reproduza planos sem considerar as especificidades de cada grupo de alunos e instituição escolar.
Carga-horária:	Por que é importante definir a carga-horária? Porque compreender o tempo disponível facilitará para fazermos escolhas que contribuam para que os objetivos propostos para aquela aula sejam alcançados e evitemos que a aula “termine” sem ser finalizada. A sugestão é que se pense em uma hora/aula de 50min, assim, o docente poderá administrar melhor o tempo para cada aula, bem como o conteúdo ministrado.
Docente:	Por que é importante identificar quem está lecionando? Porque você não é só um nome na folha de papel. Sua personalidade, seu comportamento diante da turma, seu relacionamento estabelecido com os alunos, sua formação na área que leciona, sua organização, entre outros, influencia no plano. Além disso, é muito comum que se faça cópias de planos disponíveis online. Mas, não recomendamos essa prática, podemos nos inspirar neles e não simplesmente copiar e colar; precisamos sempre adaptar os planos as características da turma; e é importante desenvolver a habilidade de criar e de fazer escolhas pedagógicas propositas.
Disciplina/Área:	Por que é preciso definir uma área do conhecimento? Porque o plano de aula está vinculado ao planejamento curricular de determinada disciplina que compõe o currículo escolar e precisa considerar as especificidades de cada campo do conhecimento ao qual essa disciplina está relacionada. Contudo, por vezes os planos de aula têm seu conteúdo tirado de blogs e sites sem procedência e sem filtro. Isso não é um comportamento profissional. Por isso é importante manter os estudos na sua área do conhecimento em dia e ficar atento a atualizações e a formação qualitativa dos alunos.
Tema:	Por que toda aula tem que ter um tema? Porque isso ajuda a fazermos o recorte dentro do conteúdo curricular. Cada aula é um momento que corresponde a um planejamento mais amplo (semestral, trimestral, bimestral, anual). Definir um tema ajuda a organizar e delimitar o conteúdo a ser ministrado naquele dia.
Conteúdo:	Por que é importante descrever o conteúdo? A definição do conteúdo precisa estar descrita para verificarmos se estamos fazendo a transposição didática de acordo com o nível de aprendizagem no qual estamos lecionando. O mesmo tema pode ser trabalhado em diversos níveis, e precisamos ter clareza disso. Ao listarmos apenas o conteúdo, corremos o risco de durante a aula apresentarmos aspectos do tema que não atendem a maturidade de compreensão daquele grupo de alunos tanto para mais quanto para menos. Além disso, podemos organizar o conteúdo de forma mais adequada ao tempo disponível para aula.

Justificativa:	Por que é importante saber justificar minha aula? Porque nesse espaço apontamos de forma breve a importância desse conteúdo para a aprendizagem escolar e a vida em comunidade. A justificativa também nos ajuda a pensar com mais responsabilidade sobre o recorte dado ao conteúdo e qual a melhor metodologia para que os objetivos propostos para essa aula sejam alcançados.
Objetivos:	Por que uma aula precisa ter objetivos definidos? Nesta etapa do plano precisamos ter clareza do que pretendemos alcançar com as ações e escolhas metodológicas que faremos. Devemos pensar no que esperamos que os estudantes aprendam com essa aula (esperamos que os estudantes compreendam, identifiquem, diferenciem... etc.). Temos que tomar cuidado para não confundir e listar nossas ações (ex.: incentivar, promover, explicar, apresentar... Essas ações não são objetivos, estão ligadas aos métodos).
Metodologias/ Desenvolvimento:	Por que precisamos apresentar uma metodologia e um desenvolvimento claro e detalhado? Porque existe um vasto leque de métodos de ensino e cada um deles pode contribuir de forma diferente para aprendizagem dos alunos. Além disso, é importante estudar novos métodos para conseguir superar a aula expositiva como forma de ensino (tradicional), que já não atende mais as diversidades presentes em sala de aula. Neste espaço é preciso apontar os momentos da aula e não apenas dizer que é uma aula expositiva, uma roda de conversa etc. É preciso explicar como essa aula vai acontecer em cada momento (considerando os 50min). Sugerimos se pensar em um momento introdutório (e descrever), um momento de aprofundamento (e descrever), uma conclusão (e descrever). É importante apontar qual parte do conteúdo está sendo apresentada em cada momento. Por fim, também é importante valorizar metodologias que promovam a interação, a afetividade e a participação ativa dos estudantes.
Avaliação da aprendizagem:	Por que é importante explicitar como irá avaliar se o objetivo de aprendizagem proposto foi alcançado? Porque a avaliação é fundamental para que o professor tome decisões em relação aos próximos passos do processo de ensino. Ela é o diálogo fundamental entre ensino e aprendizagem. Nessa fase do plano é importante apresentar como você verificará se o objetivo proposto para essa aula foi alcançado. Se for usar a observação, por exemplo, evidencie o que espera observar especificamente. Se for usar um exercício prático, aponte qual participação/ação se espera dos estudantes. Se for realizar um tipo de prova (questões abertas, objetivas ou mistas) aponte o quais os critérios de avaliação para as questões e anexe-as ao plano.
Recursos/ materiais didáticos:	Por que é importante descrever os recursos/materiais que serão usados em aula? Porque o material didático é um elemento que, se bem escolhido, contribui para uma aprendizagem significativa do conteúdo explorado, promove interação entre a turma e o objeto do conhecimento, fomenta a produção de conhecimento entre os estudantes, inclui alunos com necessidades específicas no processo de aprendizagem, por exemplo. Precisamos lembrar que há um mundo para além do livro didático e da lista de exercícios. Além disso, é importante listar quantidades, verificar se tenho acesso aos recursos, se precisarei comprar, solicitar, imprimir etc. Quando se tratar de recursos tecnológicos, é sempre bom testá-los com antecedência.
Referências:	Por que é importante registrar as referências nas quais embasei meu plano? Em primeiro lugar, precisamos lembrar que é necessário prezar pela qualidade da informação que desenvolvemos com estudantes em aula. Então, precisamos buscar fontes confiáveis e de qualidade. Além disso, o plano de aula é um instrumento de organização da aula e de registro. Sendo assim, ele contribui para outras aulas que venhamos ministrar sobre o mesmo tema, nos ajudando a recuperar informações, revisar conteúdos, buscar novos exemplos, imagens, vídeos, filmes etc.
Observações:	Por que é importante ter um espaço de registro de informações relevantes observadas ao longo da aula? Porque, ao final da aula, é importante fazer um registro não só da aprendizagem dos estudantes, mas observar como foi o andamento da aula, a escolha metodológica, entre outras informações relevantes sobre alunos específicos. Trata-se de um registro objetivo que contribuir para avaliação processual dos estudantes e organização das próximas aulas.

Fonte: material produzido pela professora Layla Mattos, orientadora do projeto.

A partir desse modelo, a seguir apresentaremos sequências didáticas como sugestão para o ensino de conteúdos de Física do ensino médio relacionados a mecânica, termodinâmica, óptica, ondulatória, eletromagnetismo. Ressaltamos que as sequências não seguem uma ordem linear entre as grandes áreas. Seleccionamos temas como exemplos de como podemos explorar a perspectiva dialógica e interativa para ensinar Física.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA – INTRODUÇÃO À FÍSICA

1ª aula - A Física como ciência da natureza

Instituição	-----
Turma/ano	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	A Física como ciência da natureza
Conteúdo	A Física — palavra originada do grego <i>Physiké</i> — é a ciência das coisas naturais que estuda as propriedades da matéria, da energia, do espaço e do tempo. Ela tem por objetivo estabelecer as leis que regem os fenômenos da natureza. Estudar Física ou qualquer outra ciência implica observar o ser humano sob sua própria óptica, pois somos partes integrantes do Universo. A propósito, a palavra fenômeno significa acontecimento ou transformação. Os fenômenos físicos são aqueles em que não se altera a natureza da matéria, do sistema ou do corpo. Caso haja essa alteração na natureza, terão ocorrido fenômenos químicos (KAZUHITO; FUCE, 2016, p.10). A Física desenvolve-se no trinômio composto de observações, experimentos e teorias não apenas para satisfazer a curiosidade humana, mas também para atender às necessidades individuais e coletivas, garantindo a sobrevivência em situações adversas e gerando conforto, qualidade de vida e tecnologia. O produto inicial do esforço humano para suprir tais necessidades foram as invenções. Um típico exemplo de invenção — talvez a maior de todas — é a roda. Ela surgiu, conforme mostram fatos históricos, há aproximadamente 6 milênios. Os sumérios devem ter usado troncos de árvores para a sua confecção. As rodas da época eram maciças e pesadas, sendo utilizadas em transportes. Com o passar do tempo, elas foram ganhando novos visuais e ficando mais leves, deixando de ser maciças. Posteriormente, a humanidade estendeu o seu uso em invenções como: engrenagens em moinhos de água e de vento; moendas de produtos agrícolas; guindastes, utilizando as rodas como polias; engrenagens em relógios, automóveis etc. (KAZUHITO; FUCE, 2016, p.12). No Ensino Médio estudaremos elementos de grandes áreas da Física: Mecânica, Termologia, Óptica, Ondulatória, Eletricidade e noções de Física Moderna.
Justificativa	A Física é uma ciência presente no dia a dia dos estudantes, mas muitas vezes é vista como uma área do conhecimento difícil de aprender, o que gera um distanciamento e uma resistência por parte de alguns estudantes durante as aulas, comumente dedicadas ao formalismo matemático. Em aulas mais dialógicas e interativas, os educandos poderão se apropriar do conhecimento de forma ativa e reflexiva, aprendendo a atribuir significado ao que de fato aprende.
Objetivos	Espera-se que os alunos identifiquem a Física como uma ciência com características específicas dentre muitas outras. Também se espera que

	compreendam que a produção científica é complexa e demanda tempo, mas, diversos fenômenos físicos fazem parte do nosso dia a dia.
Metodologias/Desenvolvimento	Inicialmente o professor montará uma mesa com objetos do dia a dia que remetem à grandes áreas da Física, como uma garrafa de café, um imã de geladeira, uma balança, um relógio, um rádio... coisas comuns e que podem ser encontradas em casa. Os alunos serão organizados em um semicírculo em volta dessa mesa. Como tema gerador o docente perguntará aos alunos “<i>Quem inventou essas coisas?</i>” Os estudantes poderão inclusive usar o celular, caso disponham, para pesquisar a história por trás de alguns objetos. O aluno que tiver a informação socializará com a turma. É importante que previamente o professor disponibilize junto aos objetos uma descrição sobre quem o inventou e quando, caso os alunos não tenham acesso à informação, assim eles poderão buscá-la ali mesmo. O educador explorará com os alunos o tempo em que cada objeto foi inventado e como eles tem importância para o dia a dia da vida que levamos hoje, como foram aprimorados com o tempo, ou como foram substituídos por outras descobertas. A partir daí a palavra geradora será <i>invenção</i>, e os alunos serão convidados a imaginar como as pessoas que tiveram a ideia chegaram aos produtos ali dispostos. O professor os instigará a pensar no trabalho que tiveram, nos erros que cometeram, no quanto estudaram, anotaram, desenharam, testaram, experimentaram etc. Os educandos poderão imaginar qual descoberta deu mais trabalho, qual foi mais fácil, e o que eles gostariam de ter inventado entre os objetos dispostos ou coisa que exista ou não. Com isso, o professor trabalhará o conceito de ciência, apresentar a Física como uma ciência realizada através da observação, experimentação e desenvolvimento de teorias que embasam muitas invenções importantes para nossa vida em sociedade e para nossa sobrevivência nos tempos atuais. Por fim, como conclusão da aula, o educador apresentará alguns nomes de Físicos e Físicas que realizaram grandes descobertas, como: César Lattes, físico brasileiro descobridor do $\text{Mésôn-}\pi$, descoberta que levou à concessão do Prêmio Nobel de Física de 1950; José Leite Lopes, físico brasileiro, especializado em teoria quântica de campos e física de partículas; Sonia Guimarães, primeira mulher negra doutora em Física no Brasil e primeira mulher negra a ser professora no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) do Brasil; Marie Curie, cientista polonesa naturalizada francesa, vencedora de dois Nobel, um em Física e o outro em Química; Isaac Newton, físico inglês mundialmente reconhecido como um dos grandes nomes da ciência de todos os tempos, uma das figuras chave na revolução científica no século XVI.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação se dará por meio da observação e registro das respostas dos estudantes aos questionamentos apresentados ao longo da aula como forma de fomentar a descoberta do conhecimento prévio dos alunos e a construção do novo conhecimento.
Recursos/materiais didáticos	Quadro, giz ou caneta, uma garrafa de café, um imã de geladeira, uma balança, um relógio, um rádio.
Referências	YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. Física para o ensino médio. Vol. 1: mecânica. 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.
Observações	-----

2ª aula – Grandezas e medidas

Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	Grandezas e Medidas
Conteúdo	Grandeza física é o ente físico associado a algum fenômeno natural, que pode ser comparado e medido quantitativamente. São exemplos de grandeza física: tempo, distância, massa, velocidade, força etc. As grandezas físicas que são perfeitamente caracterizáveis tão somente por um valor numérico e uma unidade de medida, isto é, pela sua intensidade, recebem a denominação de grandezas físicas escalares. • Grandezas físicas escalares: tempo, massa, comprimento, temperatura, pressão etc. • Grandezas físicas vetoriais são aquelas que contam, além da intensidade, com uma orientação espacial (direção e sentido) para estarem plenamente caracterizadas. Vetor é o ente matemático que permite a representação da orientação espacial. São exemplos de grandezas físicas vetoriais: aceleração, velocidade, força, impulso, quantidade de movimento etc. Circunstancialmente, essa orientação espacial poderá ser desconsiderada, como ocorre com a velocidade e a aceleração, quando se aborda a Cinemática Escalar, caso em que ambas serão consideradas como grandezas físicas escalares (KAZUHITO; FUKU, 2016, p. 15). Uma medida direta é obtida na comparação imediata com a unidade de medida padrão. Para quantificar qualquer grandeza, seja ela física ou não, nós a comparamos com a unidade de medida (da própria grandeza) que tenha sido adotada como padrão (KAZUHITO; FUKU, p.16). Com o intuito de uniformizar as unidades de medida adotadas entre os países, a Conferência Geral dos Pesos e Medidas estabeleceu, em 1960, o Sistema Internacional de Unidades, representado pela sigla SI. (KAZUHITO; FUKU, p.18) Com o intuito de uniformizar as unidades de medida adotadas entre os países, a Conferência Geral dos Pesos e Medidas estabeleceu, em 1960, o Sistema Internacional de Unidades, representado pela sigla SI. O SI considera sete grandezas físicas como fundamentais. [...] Dessas unidades fundamentais, derivam-se as demais unidades, que recebem a denominação de unidades derivadas ou indiretas (KAZUHITO; FUKU, 2018, p. 15).

GRANDEZAS FÍSICAS

Grandeza física é tudo aquilo que envolve medidas, ou seja, que pode ser medida. Por exemplo: comprimento, tempo, massa (grandezas fundamentais), força e velocidade (grandezas derivadas). Para cada grandeza física existe uma unidade que é utilizada para medir essa grandeza. Medir significa comparar quantitativamente uma grandeza física com uma unidade através de uma escala pré-definida. Em outras palavras, medir uma grandeza física é compará-la com outra grandeza de mesma espécie, que é a unidade de medida. Como sabemos, para efetuar medidas é necessário escolher uma unidade para cada grandeza. O estabelecimento de unidades, reconhecidas internacionalmente, é também imprescindível no comércio e no intercâmbio entre os países. Existem também as grandezas derivadas, são aquelas definidas pelas grandezas fundamentais.

Exemplos:

- **Velocidade:** Possui sua unidade de medida derivada das unidades de comprimento e tempo, como é o caso de m/s.
- **Força:** Possui como unidade o Newton (N), derivado das unidades de comprimento, tempo e massa ($1\text{N} = 1\text{KGm/s}^2$).

UNIDADE DE MEDIDA

Unidades de medida são as conversões usadas para descrever dimensões, por exemplo, o metro é uma unidade para medir um comprimento L, não o comprimento em si.

Justificativa

O conhecimento de grandezas e medidas é fundamental para o estudo da Física. E saber diferenciá-las contribuirá para que os estudantes compreendam os fenômenos físicos estudados com clareza e interpretem dados científicos de forma mais significativa.

Objetivos

Espera-se que os alunos compreendam e diferenciem o que são grandezas física e possíveis medidas relacionadas a elas.

Metodologias/Desenvolvimento

Os educandos serão organizados em semicírculo de modo que possam visualizar o quadro. Propomos como **tema** “*O tamanho do mundo*”.

Inicialmente, o docente escreverá no quadro a questão “**Qual é o tamanho do mundo?**”. A resposta dos estudantes será escrita no quadro em formato de nuvem de palavras. As respostas podem ser diversas, como “o mundo é muito grande”, “São muitos km”, os alunos também podem arriscar valores e até podem recorrer a internet para buscar o diâmetro da Terra. Todas essas respostas podem ser exploradas para a compreensão dos conceitos que pretendemos trabalhar. O docente estimulará que façam comparações como: é grande ou pequeno comparado a o quê?

A partir das respostas dos alunos o docente destacará as expressões que indicam quantidade e intensidade, por fim destacar a palavra geradora “tamanho”, e discutir com os alunos o que ela significa e quando a usamos. Por exemplo: usamos tamanho para falar da altura de alguém ou alguma coisa; usamos tamanho para nos referir a quantidade de coisas, sentimento, situações etc.

	Adiante, o docente perguntará a turma como é possível dizer que o tamanho de algo é grande ou pequeno, por exemplo? Como podemos dizer que o mundo é grande, como podemos dizer que uma pessoa é alta, que uma estrada é larga ou estreita, um copo está cheio, que o tempo está curto etc.? É provável que a partir dessas perguntas os estudantes apresentem formas de medir e deem exemplos de instrumentos de medida. Com isso, o professor apresentará o conceito de grandeza, e o que são grandezas Físicas. Posteriormente, pedirá exemplos aos alunos do que costumamos medir no dia a dia e quais são grandezas Físicas: tempo, massa, velocidade, distância etc. Em seguida, o docente convidará dois alunos da turma com alturas parecidas para representar quem é o mais alto e o mais baixo entre eles. Os alunos indicarão tais representantes. O professor perguntará como chegaram a essa conclusão (Observando). Em seguida convidará dois alunos para representar a turma e calcular a altura dos colegas. Fará uma marcação na parede para indicar a altura dos dois, posteriormente, pedirá para os alunos calculem qual a medida dos colegas, para um o professor pedirá que use a distância de seu palmo e para outro um polegar. Os valores serão anotados no quadro. O número de polegadas será muito maior que o de palmos, e o professor deverá discutir esse resultado. Se o valor é maior, então, o aluno mais baixo agora é o mais alto? Não, logo precisamos usar um instrumento de medida igual, para obtermos uma comparação mais precisa, já que não iremos fazer uma comparação entre o palmo e o polegar usados. Então, o professor dará aos estudantes uma régua de 20 cm e pedirá aos alunos que refaçam as medições. Ao final, comparará os valores e se concluiremos que nossa observação estava certa. Por fim, o docente discutirá qual seria o melhor instrumento para medir a altura dos colegas de forma mais precisa. Para concluir a aula, o professor perguntará como fazemos para que não haja diferença entre as medidas feitas pelas pessoas? É importante estabelecer um padrão? A partir das respostas dos alunos o docente apresentará o Sistema internacional e seu papel em uniformizar as medidas e as unidades de medida. O sistema internacional de unidades define como unidades de base ou unidades fundamentais sete grandezas: Metro, Segundo, Ampere, Kelvin, Quilograma, Candela e Mol. Elas serão estudadas na aula seguinte.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação se dará por meio da observação e registro das respostas dos estudantes aos questionamentos apresentados ao longo da aula como forma de fomentar a descoberta do conhecimento prévio dos alunos e a construção do novo conhecimento.
Recursos/materiais didáticos	Quadro, giz de cores diferentes, duas régua, trena.
Referências	YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. Física para o ensino médio. Vol. 1: mecânica. 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.
Observações	-----

3ª aula - Sistema internacional e a notação científica

Instituição	-----																																		
Turma	-----																																		
Carga-horária	50 min																																		
Docente	-----																																		
Disciplina/Área	Física																																		
Tema	Sistema internacional e a notação científica																																		
Conteúdo	SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES - SI O sistema internacional de unidades define como unidades de base ou unidades fundamentais sete grandezas: metro, segundo Ampere, Kelvin, Quilograma, Candela e Mol, como representado na figura a seguir. Tabela de grandezas fundamentais do SI. Figura 1: Grandezas Fundamentais definidas por SI: <table><thead><tr><th>Grandeza física</th><th>Nome</th><th>Símbolo</th></tr></thead><tbody><tr><td>comprimento</td><td>metro</td><td>m</td></tr><tr><td>massa</td><td>quilograma</td><td>kg</td></tr><tr><td>tempo</td><td>segundo</td><td>s</td></tr><tr><td>intensidade de corrente elétrica</td><td>ampère</td><td>A</td></tr><tr><td>temperatura termodinâmica</td><td>kelvin</td><td>K</td></tr><tr><td>quantidade de matéria</td><td>mol</td><td>mol</td></tr><tr><td>intensidade luminosa</td><td>candela</td><td>cd</td></tr></tbody></table> Fonte: KAZUHITO; FUCE, 2018, p. 15. Dessas grandezas são definidas as grandezas derivadas, conforme quadro a seguir: Figura 2: Grandezas derivadas <table><thead><tr><th>GRANDEZAS DERIVADAS</th><th>UNIDADES</th></tr></thead><tbody><tr><td>Força</td><td>N - newton</td></tr><tr><td>Velocidade</td><td>m/s – metro por segundo</td></tr><tr><td>Aceleração</td><td>m/s² - metro por segundo ao quadrado</td></tr><tr><td>Volume</td><td>m³ - metro cúbico</td></tr></tbody></table> Fonte: KAZUHITO; FUCE, 2018, p. 15. CONVERSÃO DE UNIDADES	Grandeza física	Nome	Símbolo	comprimento	metro	m	massa	quilograma	kg	tempo	segundo	s	intensidade de corrente elétrica	ampère	A	temperatura termodinâmica	kelvin	K	quantidade de matéria	mol	mol	intensidade luminosa	candela	cd	GRANDEZAS DERIVADAS	UNIDADES	Força	N - newton	Velocidade	m/s – metro por segundo	Aceleração	m/s ² - metro por segundo ao quadrado	Volume	m ³ - metro cúbico
Grandeza física	Nome	Símbolo																																	
comprimento	metro	m																																	
massa	quilograma	kg																																	
tempo	segundo	s																																	
intensidade de corrente elétrica	ampère	A																																	
temperatura termodinâmica	kelvin	K																																	
quantidade de matéria	mol	mol																																	
intensidade luminosa	candela	cd																																	
GRANDEZAS DERIVADAS	UNIDADES																																		
Força	N - newton																																		
Velocidade	m/s – metro por segundo																																		
Aceleração	m/s ² - metro por segundo ao quadrado																																		
Volume	m ³ - metro cúbico																																		

Na ciência, especialmente em laboratórios, com frequência é necessário converter de uma unidade para outra. Para tal, você precisa apenas multiplicar a grandeza dada pelo fator de conversão apropriado.

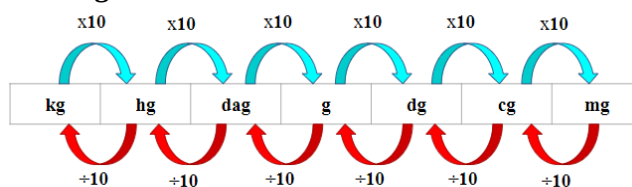
Todos os fatores de conversão podem ser escritos como razões em que o numerador e o denominador representam a grandeza equivalente expressa em diferentes unidades. Uma vez que qualquer grandeza por si mesma é igual a 1, todos os fatores de conversão são iguais a 1. Por exemplo, os dois fatores de conversão seguintes são ambos derivados da relação $100\text{cm} = 1\text{ m}$:

$$\frac{100 \text{ centímetros}}{1 \text{ metro}} = 1 \quad \frac{1 \text{ metro}}{100 \text{ centímetros}} = 1$$

Uma vez que todos os fatores de conversão são iguais a 1, a multiplicação de uma grandeza por um fator de conversão não altera o seu valor. O que muda são suas unidades. Suponha que você tenha medido o comprimento de um objeto como sendo 60 centímetros. Você pode converter essa medida para metros multiplicando-a pelo fator de conversão que lhe permite cancelar os centímetros. (livro - física conceitual, 11 edição) (KAZUHITO; FUKU, 2018, p. 15).

Conversão de Unidade de Medida

Figura 3: Conversão de Unidades de Massa



Fonte: Mundo Educação, 2018.

Confira alguns exemplos de conversão de volume:

$$1 \text{ km}^3 = 1 \times 1000 \text{ hm}^3 = 1000 \text{ hm}^3$$

$$1 \text{ mm}^3 = 1 / 1000 / 1000 \text{ dm}^3 = 0,000001 \text{ dm}^3$$

Conversão de unidades de tempo

Quando queremos medir o comprimento utilizamos a unidade padrão “metro”. No entanto, para medir pequenas extensões ele é muito grande e para medir grandes extensões o metro torna-se muito pequeno. Por exemplo, seria complicado medirmos a altura de uma pessoa utilizando a mesma unidade para calcular distâncias percorridas, o que resultaria em números muito extensos. Por isso, existem os múltiplos e submúltiplos do metro. Assim, temos:

Figura 3: Conversão de tempo

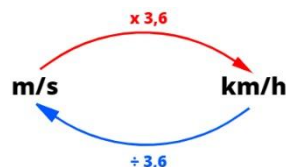
Unidade	Relação com o segundo (s)
1 minuto	60 s
1 hora	3600 s
1 dia	86.400 s
1 ano	31.557.600,0 s

Fonte: Mundo Educação, 2018

Conversão de unidades de velocidade.

A conversão entre unidades de velocidade mais comum é aquela que relaciona metros por segundo (m/s) com quilômetros por hora (km/h). Para realizarmos essa conversão, basta multiplicarmos a velocidade por 3,6 caso desejemos transformá-la de metros por segundo para quilômetros por hora. Observe a figura abaixo:

Figura 4: Conversão de velocidade



Fonte: Mundo Educação, 2018.

Exemplos:

- $10 \text{ m/s} = 10 \times 3,6 = 36 \text{ km/h}$
- $54 \text{ km/h} = 54/3,6 = 15 \text{ m/s}$

Justificativa

O conhecimento sobre o sistema internacional de medidas e notação científica é fundamental para o estudo da Física. E saber diferenciar as unidades de medidas, contribuirá para que os estudantes compreendam os fenômenos físicos estudados com clareza e interpretem dados científicos de forma mais significativa.

Objetivos

Espera-se que os alunos compreendam os conceitos de notação científica, conheçam o sistema internacional de medidas (SI) e entendam como é importante saber estimar

Metodologias/Desenvolvimento

Inicialmente o docente colocará os educandos sentados em semicírculo, e colocar no centro uma mesa com objetos a serem expostos aos alunos. Lembrando que os objetos serão alternativos e de fácil acesso, com o intuito de estimular a curiosidade dos discentes e obter uma análise prévia sobre o tema proposto.

Os objetos propostos irão ser apresentados em garrafas pet de 200ml com objetos adicionais dentro, como por exemplo, para demonstrar a grandeza de dezenas será apresentado com bolinhas de gude de aproximadamente 5mm de diâmetro, para a grandeza centenas será preciso a mesma garrafa pet com miçangas de aproximadamente 3mm, e para demonstrar a grandeza milhar utilizar uma embalagem de Tiktak transparente, lembrando que os recipientes precisam estar sem os rótulos. Em seguida, o educador passará os objetos para os educandos, e pedirá que estimem a ordem de grandeza da quantidade dos objetos que estão dentro de cada garrafa e qual a unidade de medida devemos atribuir a cada um.

Exemplo: a garrafa pet de 200ml cheia de bolinhas de gude está na ordem de 10^1 em aproximadamente 38 bolinhas, e uma massa de aproximadamente 300g ou de acordo com SI 0,3kg, na garrafa pet de 200ml cheia de miçanga está na ordem de grandeza de 10^2 , aproximadamente 105 miçangas e aproximadamente 150g de acordo com SI 0,15kg

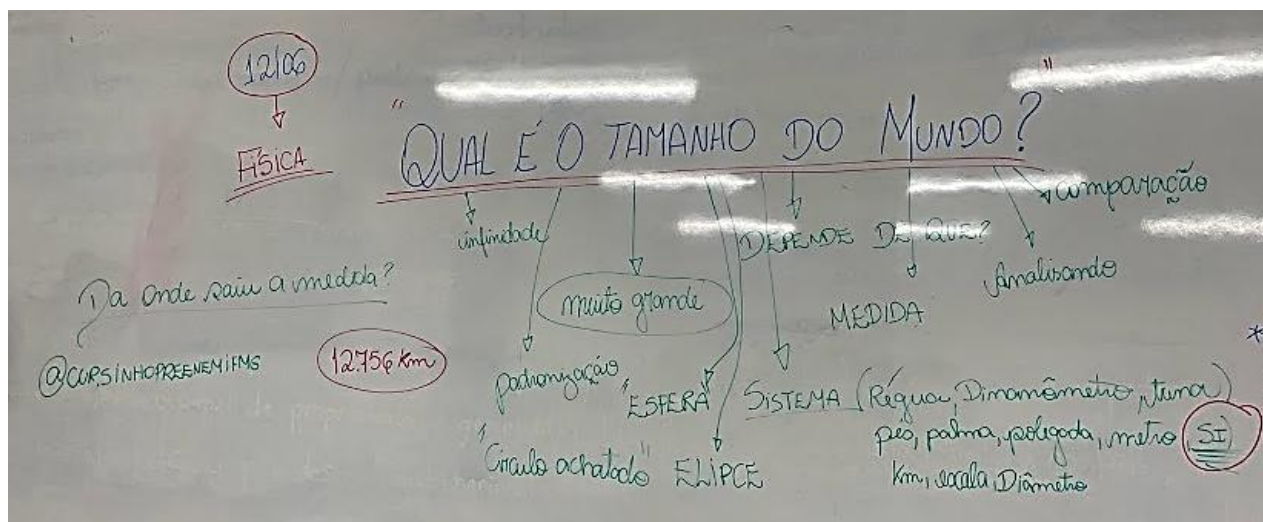
	Além disso, sobre a mesa estará outras garrafas pet a fim de despertar a curiosidade dos alunos com a volume e trena e régua para. Dessa forma, as garrafas pets de 200ml, 500ml e 1000ml, que estarão preenchidas de líquidos como água. E pedir que estimem e com isso trabalhar notação científica e conversão de unidade. Exemplo se 1l e igual 1000ml, 200ml e igual a quanto litros? E 500ml? A partir daí, o professor mostrará as conversões de massa, área, velocidade, tempo e volume. Para finalizar o educador fará alguns questionamentos sobre qual a importância do SI. Quais unidades estão mais presentes em nosso dia a dia? Qual a importância de utilizar a notação científica? A partir daí, resolverá alguns exercícios junto com os educandos. Os exercícios serão sobre conversão de unidades e notação científica. Para o melhor entendimento.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação se dará por meio da observação e registro das respostas dos estudantes aos questionamentos apresentados ao longo da aula como forma de fomentar a descoberta do conhecimento prévio dos alunos e a construção do novo conhecimento.
Recursos/materiais didáticos	Quadro, giz, garrafas de 200ml com bolinhas de gude, e garrafa de 200ml com miçangas, garrafas de diferente tamanhos.
Referências	YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. Física para o ensino médio. Vol. 1: mecânica. 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016. CONVERSÃO DE UNIDADES DE MEDIDA. Mundo Educação, 2018. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/conversao-unidades.htm# . Acesso em: 22, de abril de 2023.
Observações	-----

Anexo 1 – recursos usados nas aulas

Figura 1. Organização da turma em forma em semicírculo em uma aula do Pré-ENEM no IFMG - OP.



Fonte: Autoria própria

Figura 2. Quadro com o tema gerador trabalhado na aula 2 em uma aula do Pré-ENEM no IFMG - OP.

Fonte: Autoria própria

Figura 3. Material usado na aula 3 sobre Sistema Internacional de medida

Fonte: Autoria própria

SEQUÊNCIA DIDÁTICA – INTRODUÇÃO À MECÂNICA

1ª aula - O que é Força?

Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	O que é Força?
Conteúdo	A Dinâmica é o segmento da Mecânica que analisa sistemas em movimento ou repouso, estabelecendo as relações existentes entre suas causas e seus efeitos. Portanto, é a Dinâmica que nos permitirá, deste ponto em diante, estudar e relacionar as razões que levam um objeto a adquirir ou modificar sua velocidade. Força e efeito Força é o agente físico capaz de produzir deformações (efeitos estáticos) e/ou acelerações (efeitos dinâmicos) nos corpos em que atua, por contato (força de contato) ou a distância (força de campo). Os efeitos físicos de uma força (ou de um conjunto de forças) atuando sobre um corpo (ou um sistema de corpos), analisados pela Dinâmica, podem ser de dois tipos: estático ou dinâmico. O efeito estático é a deformação (alteração de dimensão e/ou de formato) de um corpo, produzida sob a ação de uma força ou de um conjunto de forças. Ex.: Quando um veículo colide com um poste de iluminação, o impacto pode deformar tanto um quanto o outro, pois existe uma interação entre as partes. Com o choque, ocorre uma variação da velocidade do veículo, que pode ocorrer em pelo menos uma de suas variáveis (direção, sentido e/ou módulo). O efeito dinâmico é a aceleração produzida por uma força ou conjunto de forças, que, ao atuar sobre um corpo, modifica a sua velocidade vetorial (em módulo, direção e/ou sentido). Ao empurrarmos um sofá inicialmente em repouso ($V = 0$), por exemplo, nós o colocamos em movimento ($v \neq 0$). • Tração: ela se dá sempre no sentido de puxar algum objeto. • Peso: É a força gravitacional que qualquer corpo é atraído pelo centro do planeta. • Normal: O termo normal, refere-se ao fato de essa força ser sempre perpendicular ao plano, e de baixo para cima sobre nós. • Elástica: É uma força restauradora, aquela que surge a partir da deformação (compressão ou distensão) de uma mola, ou de algum outro corpo com propriedades elásticas.

	• Atrito: É uma força que se opõe ao movimento dos corpos. Ela pode ser estática, se o corpo estiver em repouso, ou dinâmica, para corpos em movimento. • A força resultante (F_r) de um sistema de forças consiste no efeito produzido por uma força. (KAZUHITO; FUKU, 2016, p.142 -146)
Justificativa	A força é uma grandeza fundamental para entender diversos fenômenos Físicos presentes no dia a dia dos alunos.
Objetivos	Espera-se que os educandos consigam compreender o conceito de Força e sejam capazes de identificar exemplos do seu dia a dia.
Metodologias/Desenvolvimento	Como a palavra “força” é muito comum no vocabulário dos estudantes, ela será a palavra geradora do debate inicial que levantará o conhecimento prévio dos alunos. No primeiro momento o docente escreverá uma frase contendo a palavra força no centro do quadro e convidar os alunos pensarem no significado que ela tem. Exemplo de frase: “O carro apresentou um defeito e precisamos três pessoas para fazer força e levá-lo para o acostamento”. “Marta chutou a bola com muita força e marcou o gol!” A partir das respostas o docente perguntará aos alunos que significados a palavra Força tem em comum nessas frases, os alunos podem pensar em ações: pode indicar algo que impulsiona, empurra, levanta etc. Então, o docente apresentará a Força como uma grandeza Física definida justamente como um agente que atua quando a interação entre dois ou mais corpos, tendo relação com as ações exemplificadas. Para que uma força atue em um corpo, é necessário que ocorra uma interação entre esse corpo e o outro. As interações podem ser de campo ou de contato. As interações por contato são as que ocorrem enquanto existe contato entre os corpos. Por exemplo: quando um jogador de futebol chuta uma bola, é exercida uma força (de contato), que deixa de existir assim que cessa o contato entre o pé e a bola. O docente explicará que as interações de campo são as que ocorrem sem necessidade de contato entre os corpos. Por exemplo, a terra atrai um pedaço de giz (força de campo gravitacional); um próton repele outro próton (força de campo eletrostático); um ímã atrai um prego de ferro (força de campo magnético). Sobre um mesmo corpo podem atuar diversas forças: normal, peso, tração, elástica, atrito. • Tração: ela se dá sempre no sentido de puxar algum objeto. • Peso: É a força gravitacional que qualquer corpo é atraído pelo centro do planeta. • Normal: O termo normal, refere-se ao fato de essa força ser sempre perpendicular ao plano, e de baixo para cima sobre nós.

	• Elástica: É uma força restauradora, aquela que surge a partir da deformação (compressão ou distensão) de uma mola, ou de algum outro corpo com propriedades elásticas. • Atrito: É uma força que se opõe ao movimento dos corpos. Ela pode ser estática, se o corpo estiver em repouso, ou dinâmica, para corpos em movimento. • A força resultante (F_r) de um sistema de forças consiste no efeito produzido por uma força. Para exercitar a compreensão do conceito faremos um exercício de observação. O docente dividirá a sala em grupos e entregará aos alunos a atividade “Onde estão as forças no dia a dia?”. Cada grupo receberá uma imagem representando locais, objetos e pessoas na cidade de Ouro Preto – MG. Junto das imagens os alunos receberão um conjunto de setas (vetores) com cores diferentes representando as forças citadas anteriormente, e deverão indicá-las nas imagens que receberam, caso considerem que elas estão presentes. As imagens estão anexas ao final do plano. A partir das respostas dos grupos o docente promoverá um debate para responder o seguinte questionamento: “Quais forças estão presentes em nosso dia a dia”? Possíveis respostas dos alunos: atrito quando andamos, a força de quando apoiamos em algo, a gravidade puxando a gente para o chão etc. O docente volta a questioná-los: Como chegaram a essa conclusão? E em o docente listará exemplos de forças presentes no cotidiano e como elas influenciam a nossa interação com mundo.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação se dará por meio da observação e registro das respostas dos estudantes aos questionamentos apresentados ao longo da aula e da atividade de observação das imagens e identificação das forças atuantes, como forma de fomentar a descoberta do conhecimento prévio dos alunos e a construção do novo conhecimento.
Recursos/materiais didáticos	“Caixinha de vetores” (uma caixa contendo várias setas), fotos de Ouro Preto (plastificadas), imagens de pessoas e objetos distintos, setas para representar vetores com cores diferentes, conforme imagens anexas.
Referências	YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. Física para o ensino médio. Vol. 1: mecânica. 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.
Observação	

Anexo 1 – Fotos dos recursos usados na aula 1

Figura 1: Pessoas, seres e objetos



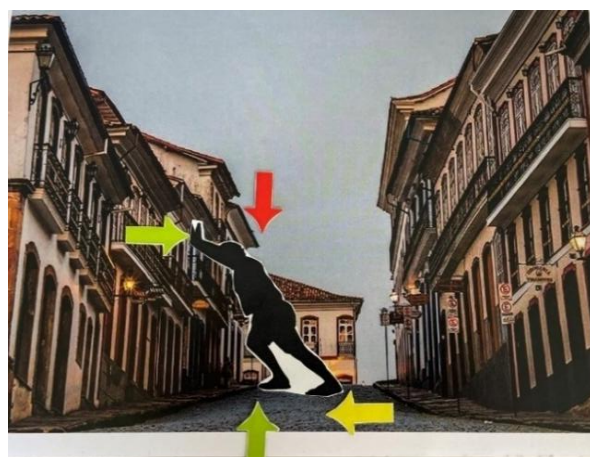
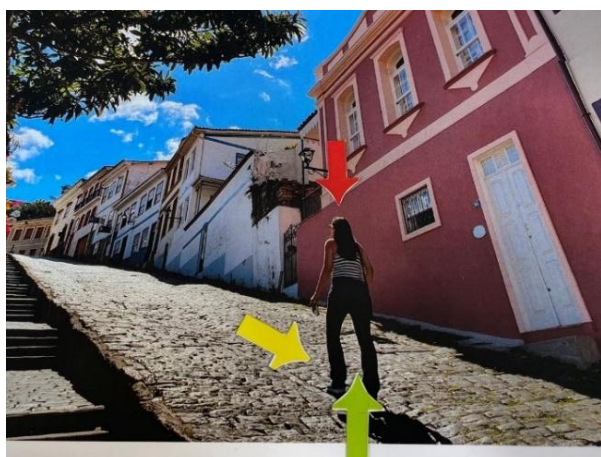
Fonte: Autoria própria

Figura 2: Vetores



Fonte: Autoria própria

Figura 3: imagens disponibilizadas na internet e editada pelos autores incluindo objetos e vetores



Fonte: Fotos das ladeiras de Ouro Preto: Disponível em:

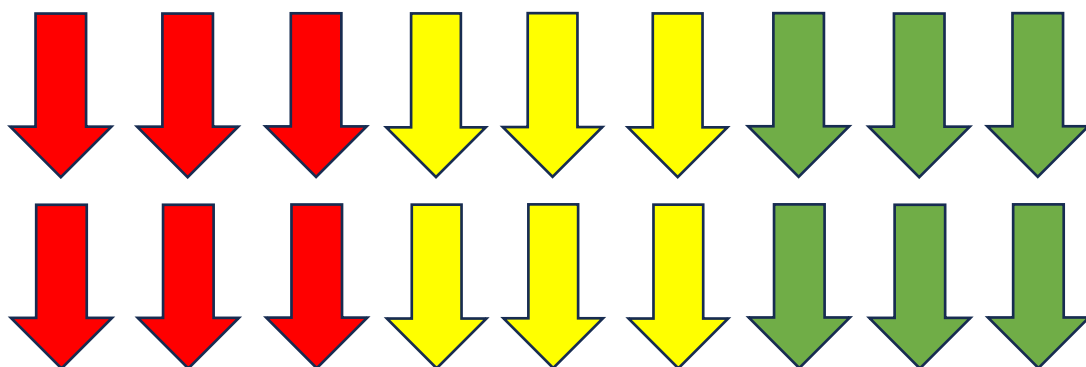
https://www.google.com/search?q=fotos+das+ladeiras+de+ouro+preto&tbm=isch&ved=2ahUKEwiC_62yuPuDAXU0BbkGHeNHBxYQ2-cCegQIABAA&ogq=fotos+das+ladeiras+de+ouro+preto&gs_lcp=CgNpbWcQAzoKCAAQgAQQigUQQzoFCAAQgAQ6BggAEAcQHjoGCAAQCBAeULsMWKgiYI4kaAFwAHgAgAGzAYgByg-SAQQwLjE1mAEAoAEbqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=SdmzZcK2JbSK5OUP44-dsAE&bih=844&biw=1821

Figura 3: outras imagens disponibilizadas na internet e editada pelos autores incluindo objetos e vetores

Fonte: Fotos das ladeiras de Ouro Preto: Disponível em:

https://www.google.com/search?q=fotos+das+ladeiras+de+ouro+preto&tbm=isch&ved=2ahUKEwiC_62yuPuDAXU0BbkGHeNHBxYQ2-cCegQIABAA&oq=fotos+das+ladeiras+de+ouro+preto&gs_lcp=CgNpbWcQAzoKCAAQgAAQigUQQzoFCAAQgAAQ6BggAEAcQHjoGCAAQCBAeULsMWKgiYI4kaAFwAHgAgAGzAYgByg-SAQQwLjE1mAEAoAEbqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=SdmzZcK2JbSK5OUP44-dsAE&bih=844&biw=1821

Setas para representar vetores



2ª aula - Primeira Lei de Newton – Princípio da Inércia

Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	Primeira Lei de Newton – Princípio da Inércia
Conteúdo	Aristóteles atribuía a origem dos movimentos ao fato de os objetos procurarem seu "lugar natural de repouso". Se quando abandonada pelas mãos uma bola cai, é porque o seu lugar natural é o solo, em "estado de repouso". Assim, o movimento de um corpo seria um estado não natural ou não espontâneo, colocado ou mantido nessa condição pela atuação de uma força. Descartes e Galileu Galilei introduziram a ideia de que o estado natural de um corpo não era apenas o repouso. Para eles, um objeto em movimento retilíneo uniforme também estava em estado natural, sem que houvesse uma força agindo sobre ele. Tanto para Aristóteles quanto para nós, parece "natural" acreditar que o movimento de um corpo se efetiva à custa da aplicação de uma ou mais forças. A dificuldade advém do fato de que o movimento uniforme é uma abstração. O artifício de desconsiderar certas características para poder compreender outras é uma conquista relativamente recente, e é por esse motivo que os resultados de Galileu são tão importantes: ele não conseguia reunir as condições necessárias para produzir movimentos uniformes em que a atuação de forças estivesse ausente, mas ainda assim ele sabia que isso era algo verdadeiro e, de alguma maneira, realizável. E foi a partir desse ponto que Newton elaborou o Princípio da Inércia, enunciado a seguir: A inércia é uma propriedade geral da matéria pela qual uma partícula, livre de forças ou sujeita à ação de força resultante nula, mantém-se em equilíbrio — em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, mantendo sua velocidade vetorial constante. Portanto, uma partícula por si só (ou sob a ação de força resultante nula) não consegue modificar sua velocidade, isto é, ela não sai do seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme. A força resultante nula ($F = 0$) sobre uma partícula ocorre em dois casos: quando não há nenhuma força aplicada e quando as forças aplicadas se neutralizam em seus efeitos. Tanto em um caso como em outro diz-se que a partícula está mecanicamente isolada. A inércia é facilmente identificável em nosso cotidiano. Em uma freada brusca, por exemplo, os ocupantes de um automóvel tendem a continuar em movimento, para a frente, por simples inércia. O airbag e o cinto de segurança existem justamente para evitar um possível choque do passageiro contra o painel, o para-brisa ou o banco dianteiro do veículo. (KAZUHITO; FUKU, 2016, p.138 -139)

Justificativa	O princípio da Inércia é bastante presente em atividades comuns do dia a dia e os estudantes poderão dar significado a aprendizagem de forma criativa e significativa.
Objetivos	Espera que os estudantes compreendam as características da Lei da Inércia e sejam capazes de identificá-la em situações comuns do dia a dia.
Metodologias/Desenvolvimento	Em um primeiro momento o docente organizará a turma em dois grandes grupos, um na parte frontal da sala e outro no fundo. Para cada grupo ele disponibilizará um texto. O texto 1 será sobre como Aristóteles explica o movimento e o texto 2 será sobre os experimentos de Galileu. Os grupos deverão ler e listar os argumentos que validam cada teoria apresentada nos textos. Posteriormente, o docente então proporá que o grupo que estudou o texto referente a Aristóteles, apresente a síntese das ideias. Em seguida perguntará ao grupo se eles concordam com a teoria. Em seguida pedirá que o outro grupo apresente argumentos que refutam as ideias de Aristóteles a partir dos estudos de Galileu. Após a leitura e discussão dos textos, que deverá durar em torno de 15 min, o docente realizará o experimento da folha de papel que consiste em utilizar duas folhas A4 e um livro, seguindo o seguinte roteiro: 1. Primeiro repartirá as folhas ao meio para obter 4 partes iguais; 2. Utilizando duas partes de uma folha, fará uma bolinha com uma parte e deixe a outra sem dobrar; 3. Em seguida soltará ao mesmo tempo e da mesma altura o pedaço da folha e a bolinha; 4. Adiante o docente perguntará aos alunos o que eles observaram; 5. Depois realizará o mesmo procedimento utilizando duas partes iguais, mas agora as duas sem amassar, porém, uma delas sobre o livro, novamente soltará de uma mesma altura; 6. Em seguida perguntará o que os alunos observaram novamente. Logo, poderão concluir que o que acontece é que a força de resistência do ar tem efeito muito maior na folha do que no livro, freando o movimento da folha. Quando a folha é colocada por sobre o livro, a força de resistência é praticamente eliminada permitindo que a folha caia livremente, chegando ao mesmo tempo que o livro ao chão. Com estes experimentos pode-se observar que todos os objetos caem do mesmo modo, a menos que a resistência do ar retarde o movimento. Então o docente relacionará esse experimento com o princípio da Inércia, em que “Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças aplicadas sobre ele”. A seguir, apresentará aos discente uma situação problema para que analisem a partir do princípio da Inércia: Se um indivíduo estiver dentro de um ônibus a uma velocidade de 40 km/h e lançar uma bola de futebol para cima onde cairá essa bola? a) Em sua mão b) Em sua frente.

c) Atrás do indivíduo.

A partir da resposta dos estudantes, o docente apresentará um vídeo como um exercício de observação da lei estudada, que representa uma situação semelhante a essa. No vídeo, uma cama elástica está em cima da carroceira de um caminhão em movimento. Nela há um rapaz pulando, conforme imagens a seguir:

Figura 1: Exemplo de aplicação do princípio da Inércia.



Fonte: <https://youtube.com/shorts/tmqFKBr8qME?feature=share>

Ao ser alçado para cima, o indivíduo cai exatamente no mesmo lugar, se mantendo em movimento junto com o caminhão. Então, voltando a pergunta anterior, podemos concluir que a bola também seguirá o mesmo princípio e cairá na mão do indivíduo.

Para concluir, poderá listar exemplos da inércia presente em nosso cotidiano como: Estamos em pé, dentro de um ônibus que está parado; no momento em que ele sai do estado de repouso, nós nos sentimos "atirados" para o lado contrário ao sentido de movimento. Isso acontece porque tendemos a continuar em repouso em relação à Terra.

Avaliação da aprendizagem	Ocorrerá de maneira contínua observando a interação de cada aluno no desenvolvimento de cada etapa, ou seja, pelo compartilhamento de experiências e vivências de forma a incluir o educando, e como instrumento de coleta de dados a partir da análise das respostas das perguntas.
Recursos/materiais didáticos	2 folhas A4 2 Livros 2 textos impressos 1 Datashow 1 Notebook 1 Vídeo demonstrativo do princípio da inércia - https://youtube.com/shorts/tmqFKBr8qME?feature=share
Referências	YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. Física para o ensino médio. Vol. 1: mecânica. 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016. HEWITT, Paul G, Física Conceitual. Tradução: Trieste Freire. Ricci; revisão técnica: Maria Helena Gravina. 11 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
Observações	

Anexo 1 – textos usados na aula 2

Texto 1 – Aristóteles explica o movimento

Aristóteles dividiu o movimento em duas grandes classes: a do movimento natural e a do movimento violento. Vamos considerar brevemente cada uma delas, não como um material de estudo, mas apenas como um pano de fundo para introduzir as ideias sobre o movimento.

Aristóteles afirmava que o movimento natural decorre da “natureza” de um objeto, dependendo de qual combinação dos quatro elementos, terra, água, ar e fogo, ele fosse feito. Para ele, cada objeto no universo tem seu lugar apropriado, determinado pela sua “natureza”; qualquer objeto que não esteja em seu lugar apropriado se “esforçará” para alcançá-lo. Por ser de terra, um pedaço de barro não devidamente apoiado cai ao chão. Por ser de ar, uma baforada de fumaça sobe; sendo uma mistura de terra e ar, mas predominantemente terra, uma pena cai ao chão, mas não tão rápido quanto um pedaço de barro. Ele afirmava que um objeto mais pesado deveria esforçar-se mais fortemente. Portanto, argumenta Aristóteles, os objetos deveriam cair com rapidez proporcional a seus pesos: quanto mais pesado fosse o objeto, mais rápido deveria cair.

O movimento natural poderia ser diretamente para cima ou para baixo, no caso de todas as coisas na Terra, ou poderia ser circular, no caso dos objetos celestes.

Ao contrário do movimento para cima e para baixo, o movimento circular não possuía começo ou fim, repetindo-se sem desvio. Aristóteles acreditava que leis diferentes se aplicavam aos céus, e afirmava que os corpos celestes são esferas perfeitas, formados por uma substância perfeita e imutável, que ele denominou quintessência. (O único objeto celeste com alguma alteração detectável em sua superfície era a Lua. Ainda sob o domínio de Aristóteles, os cristãos medievais ignorantemente explicavam isso dizendo que a Lua era um pouco contaminada pela Terra, dada sua proximidade desta.)

O movimento violento, a outra classe de movimento, segundo Aristóteles, resultava de forças que puxavam e empurravam. O movimento violento era o movimento imposto. Uma pessoa empurrando um carro de mão ou sustentando um objeto pesado impunha movimento, como faz alguém quando atira uma pedra ou vence um cabo de guerra. O vento impõe movimento aos navios. Enchentes impunham-no a enormes rochas e a troncos de árvores. O fato essencial sobre o movimento violento é que ele tinha uma causa externa e era comunicado aos objetos; eles se moviam não por si mesmos, nem por sua “natureza”, mas por causa de empurrões e puxões.

Para resumir, Aristóteles pensava que todos os movimentos ocorressem devido à natureza do objeto movido ou devido a empurrões ou puxões mantidos. Uma vez que o objeto se encontra em seu lugar apropriado, ele não mais se moverá a não ser que seja obrigado por uma força. Com exceção dos corpos celestes, o estado normal é o de repouso.

As afirmações de Aristóteles a respeito do movimento constituíram um início do pensamento científico, e embora ele não as considerasse como palavras finais sobre o assunto, seus seguidores encararam-nas como além de qualquer questionamento por quase 2.000 anos. A noção segundo a qual o estado normal de um objeto é o de repouso estava implícita no pensamento antigo, medieval e do início do Renascimento. Uma vez que era evidente à maioria dos pensadores até o século XVI que a Terra ocupava seu lugar apropriado, e desde que era inconcebível uma força capaz de mover a Terra, parecia completamente claro que a Terra realmente não se movesse.

Texto 2 – Experimentos de Galileu

Galileu derrubou facilmente a hipótese de Aristóteles sobre a queda dos corpos. Conta-se que Galileu deixou cair da Torre Inclinada de Pisa vários objetos com pesos diferentes e comparou suas quedas. Ao contrário da afirmativa de Aristóteles, Galileu comprovou que uma pedra duas vezes mais pesada que outra não caía realmente duas vezes mais rápido. Exceto pelo pequeno efeito da resistência do ar ele descobriu que objetos de vários pesos, soltos ao mesmo tempo, caíam juntos e atingiam o chão ao mesmo tempo. Em certa ocasião, Galileu presumivelmente teria atraído uma grande multidão para testemunhar a queda de dois objetos com pesos diferentes do topo da torre. A lenda conta que



muitos observadores desta demonstração que viram os objetos baterem juntos no chão zombaram do jovem Galileu e continuaram a sustentar os ensinamentos de Aristóteles.

Os planos inclinados - Galileu estava mais interessado em como as coisas se movem do que em porque elas o fazem. Ele mostrou que a experimentação, mais do que a lógica, é o melhor teste de conhecimento. Aristóteles foi um astuto observador da natureza, e tratou mais com problemas que o cercavam do que com casos abstratos que não ocorriam em seu ambiente. O movimento sempre envolve um meio resistivo, tal como ar ou água. Ele acreditava ser impossível a existência de um vácuo e, portanto, não considerou seriamente o movimento na ausência de qualquer meio interagente. Por isso, era fundamental para Aristóteles que sempre fosse necessário empurrar ou puxar um objeto para mantê-lo em movimento. E foi este princípio básico que Galileu negou quando afirmou que, se não houvesse interferência sobre um objeto móvel, este deveria mover-se em linha reta para sempre; nenhum empurrão, puxão ou qualquer tipo de força era necessária para isso.

Galileu testou sua hipótese fazendo experiências com o movimento de diversos objetos sobre planos inclinados em vários ângulos. Ele notou que bolas que rolavam para baixo sobre planos inclinados tornavam-se mais velozes, enquanto bolas que rolavam para cima, sobre um plano inclinado, tornavam-se menos velozes. Disso ele concluiu que bolas que rolassem sobre um plano horizontal não deveriam tornar-se mais ou menos velozes. A bola atingiria finalmente o repouso, não por causa de sua “natureza”, mas por causa do atrito. Essa ideia foi sustentada pelas observações de Galileu sobre o movimento ao longo de superfícies progressivamente mais lisas: quando havia menos atrito, o movimento dos objetos persistia por mais tempo; quanto menor o atrito, mais próxima de uma constante se tornava a rapidez do movimento. Ele raciocinou que, na ausência de atrito ou de outras forças opostas, um objeto movendo-se na horizontal continuaria movendo-se indefinidamente.

Essa afirmativa era sustentada por um experimento diferente e outra linha de raciocínio. Galileu colocou dois de seus planos inclinados um de frente para o outro. Ele observou que uma bola liberada do topo de um plano inclinado, a partir do repouso, rolava para baixo e então subia o outro plano inclinado até quase alcançar sua altura inicial. Raciocinou que apenas o atrito a impedia de subir até exatamente a mesma altura, pois, quanto mais liso era o plano, mais próximo daquela altura inicial chegava a bola. Ele então reduziu o ângulo de inclinação do plano de subida.

Novamente a bola alcançava a mesma altura, mas teve de ir mais longe. Outras reduções no valor do ângulo deram resultados similares: para alcançar a mesma altura, cada vez a bola tinha de ir mais longe. Ele então pôs a questão: “Se eu disponho de um plano horizontal longo, quão longe deve ir a bola para alcançar a mesma altura?” A resposta óbvia é “Para sempre – ela jamais alcançará sua altura inicial”.

Galileu analisou isso ainda de outra maneira. Como o movimento de descida da bola no primeiro plano é o mesmo para todos os casos, a sua rapidez quando começa a subir o segundo plano é a mesma para todos os casos. Se ela se move para cima sob uma inclinação muito forte, rapidamente perde sua rapidez. Sob uma inclinação menor, perde mais lentamente sua rapidez e rola por mais tempo. Quanto menor for a inclinação de subida, mais lentamente perderá sua rapidez. No caso extremo em que não houver nenhuma inclinação – ou seja, quando o plano for horizontal – a bola não deveria perder nenhuma rapidez. Na ausência de forças retardadoras, a tendência da bola é mover-se eternamente sem tornar-se mais lenta. A propriedade de um objeto tender a manter-se em movimento numa linha reta foi chamada por ele de inércia.

O conceito de Galileu de inércia desacreditou a teoria de Aristóteles do movimento. Aristóteles de fato não reconheceu a ideia de inércia, porque deixou de imaginar como seria o movimento sem atrito. Em sua experiência, todo movimento estava sujeito a resistência e ele fez deste o fato central de sua teoria do movimento. A falha de Aristóteles em reconhecer o atrito pelo que ele é – ou seja, uma força como qualquer outra – impediu o progresso da física por quase 2.000 anos, até a época de Galileu. Uma aplicação do conceito de Galileu da inércia revelaria que nenhuma força era necessária para manter a Terra movendo-se para a frente. O caminho estava aberto para Isaac Newton sintetizar uma nova visão do universo.

(HEWITT, 2011, p. 21-25)

3ª aula - Força de atrito

Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	Força de atrito
Conteúdo	O princípio da inércia, que havia sido descrito por Aristóteles e Galileu Galilei no que dizia respeito à inércia de repouso, baseava-se na simples observação de movimentos realizados por objetos quaisquer que aos poucos iam se extinguindo, como um pêndulo oscilando ou uma carroça deslocando-se em um pavimento horizontal. Sabemos hoje que essa cessação do movimento se deve a existência de forças dissipativas, como o atrito ou a resistência do ar (que não deixa de ser um tipo de atrito). O atrito certamente existe, mas, em todas as circunstâncias em que havia objetos em contato, fizemos a opção de desconsiderar a sua ação; obtivemos, assim, uma situação ideal e uma descrição aproximada de movimentos reais. No entanto, são pouquíssimas as situações em que realmente poderíamos fazer isso; inclusive, há fenômenos que simplesmente não ocorreriam se o atrito não existisse. Você já imaginou como seria o mundo se as coisas não apresentassem atrito quando fossem encostadas e colocadas em movimento relativo? E você, conseguiria beber a água de um copo que escorregasse da sua mão? Esfregamos as mãos em dias de muito frio com o objetivo de aquecê-las. O aquecimento é gerado quando uma parcela da energia de movimento das partes atritadas transforma-se em energia térmica. Atritos com maiores intensidades podem esquentar bastante a ponto de queimar algumas coisas: atritando pedra e graveto é possível atear fogo na lenha e em outros produtos combustíveis. Há, porém, situações em que procuramos eliminar ou ao menos minimizar o atrito, pois ele pode provocar aquecimentos e desgastes danosos. Quem nunca escorregou ao andar sobre um piso muito ou malhado? E quem já não tropeçou em superfícies rugosas de concreto, por exemplo? No primeiro caso, o atrito é pouco intenso e provoca deslizamentos no segundo, o atrito intenso também pode causar incidentes. Sabemos também que uma caixa pesada desliza melhor sobre um piso encerado do que sobre uma superfície rugosa. Essas são evidências de que diferentes tipos de superfície em contato provocam formas distintas de interação. Nos carros de corrida, usam-se pneus para pista seca e pneus para pista molhada. Estes últimos são dotados de sucros, que servem para fazer escoar a água que está sob os pneus, garantindo o contato direto deles com a pista e evitando a aquaplanagem (deslizamento do veículo na lâmina de água sobre a pista). A banda de rodagem é a superfície de contato do pneu com a pista. Quanto maior for essa superfície, maior a estabilidade do veículo, o que não significa necessariamente

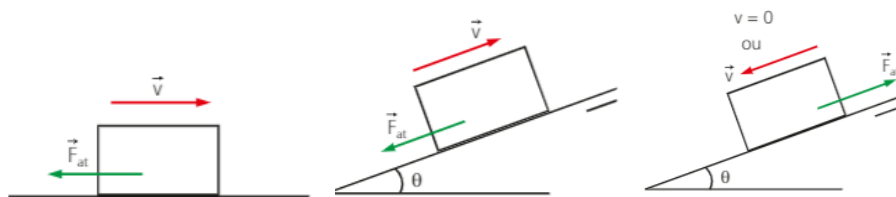
maior atrito. É por esse motivo que os pneus de corrida para pista seca não apresentam sulcos

Atrito

Atrito é a força de resistência ao movimento relativo, ou à iminência de movimento, entre duas superfícies em contato. Em caso de movimento, pode ocorrer deslizamento ou rolamento relativo. O atrito é dito seco quando não há fluidos ou lubrificantes entre essas superfícies. Estudaremos dois tipos de atrito seco:

- dinâmico ou cinético -quando há movimento relativo entre as superfícies.
- estático-quando as superfícies não estão em movimento relativo.

A força de atrito $\vec{F}_a$ é tangencial à trajetória e tem sentido oposto à tendência de movimento. Isso é válido em qualquer direção e para todo movimento. Veja os exemplos a seguir:



A intensidade da força de atrito independe da área de contato das superfícies, dentro de amplos limites. Para duas superfícies em contato, a intensidade máxima da força de atrito F_e diretamente proporcional à intensidade da força normal F , de contato: **$F_e = \mu \cdot F_n$** . A constante de proporcionalidade μ é chamada coeficiente de atrito. Veremos que a intensidade da força de atrito varia de zero até uma porcentagem da força de reação normal, sem, no entanto, ultrapassar as forças aplicadas.

(KAZUHITO; FUKU, 2016, p.165 -167)

Justificativa	A força de atrito está presente no cotidiano e é fundamental para compreensão de diversos fenômenos estudados em Dinâmica.
Objetivos	Espera-se que os alunos consigam identificar a força de atrito presente em a atividade experimental e sejam capazes de exemplificá-la em contextos do cotidiano.
Metodologias/Desenvolvimento	No primeiro momento o docente organizará os educandos sentados em círculo e promover um diálogo de revisão perguntando quais forças eles lembram ter estudado na aula anterior e pedir exemplos. Em seguida, o docente destacará e conceituará a força de atrito e convidar a turma para observar uma prática experimental: A partir de um bloco de madeira com diferentes superfícies os estudantes analisarão as alterações que ocorrem quando mudamos a superfície de contato. Antes de começar, o professor fará o seguinte questionamento: “Será que o tempo que o bloco demora para percorrer certa distância será o mesmo em todas as situações?” Os alunos serão divididos em grupos que observarão o experimento.

	Para a prática serão utilizados: blocos com diferentes superfícies e outros blocos que servirão de pesos com as massas conhecidas, fio de barbante, roldana, suporte para fixar, régua (ou algum instrumento para medir comprimento) e cronômetro (ou algum instrumento para medir tempo). Imagens do material didático criado para essa aula estão anexas. O professor posicionará o bloco sob uma superfície lisa e plana, de modo que o fio fique suspenso em uma das extremidades. Em seguida, posicionará a roldana, fixando-a com o grampo, e passe o fio sob ela. Utilizando uma das superfícies em contato com a mesa, calibrará a força utilizando os pesos de maneira até que ele comece a se movimentar. A força usada será mantida durante toda atividade. Em seguida os alunos analisarão o movimento do bloco e observar as alterações que ocorrem quando mudamos a superfície. Uma vez ajustado para que a superfície com menos atrito passe a se movimentar, cronometrará ou filmará, anotando o tempo que a mesma demora para percorrer certa distância. Em seguida a turma deverá observar o tempo para as demais superfícies efetuarem o mesmo percurso. O docente repetirá o procedimento 3 vezes para cada superfície observada. Os estudantes coletarão os dados para construção de um relatório. Em seguida o docente fará os seguintes questionamentos: 1) Observando cada uma das superfícies usadas, quais são as suas diferenças? 2) Em relação ao tempo de deslocamento do bloco, todas as superfícies foram iguais? 3) Explique a relação entre a superfície usada e a facilidade/dificuldade do movimento do bloco. Ao final, os grupos apresentarão ao restante da turma os resultados obtidos. A partir daí, o docente promoverá um debate com os educandos sobre a força de atrito a partir do relatório dos grupos.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação se dará por meio da observação e registro das respostas dos estudantes aos questionamentos apresentados ao longo da aula como forma de fomentar a descoberta do conhecimento prévio dos alunos e a construção do novo conhecimento. Além disso, serão avaliadas as respostas dadas no relatório elaborado pelos grupos a partir da observação do experimento.
Recursos/materiais didáticos	• Bloco de madeira • Pesos com as massas conhecidas • Barbante • Roldana e suporte para a mesma • Régua (ou algum instrumento para medir comprimento) • Cronômetro (ou algum instrumento para medir tempo) Medida dos bloquinhos : • Blocos grandes 15x5x5 • Bloco Médio 5x5x5 • Bloco pequenos 5x2x2

	Superfícies: • Os dois lados da esponja • Papelão (parte enrugada) • Lixas de 80mm e 120mm Barbante : 50 cm Rolamento de moto : 0262 Tabuas grande:15x15 cm Tabua média: 12 x 15 cm Ganchos : 12 unidade - 4cm
Referências	YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. Física para o ensino médio. Vol. 1: mecânica. 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.
Observações	-----

Anexo 1: Experimento com blocos

Figura 1: Experimento dos blocos montado

Figura 2: Distribuição dos blocos



Fonte: autoria própria



Fonte: autoria própria

Figura 3: Blocos simples usados no experimento



Fonte: autoria

Figura 2: Blocos simples e blocos com textura



Fonte: autoria própria

4ª aula - A terceira lei de Newton - Ação e Reação

Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	A terceira lei de Newton - Ação e Reação
Conteúdo	Na natureza, constata-se por meio de observações que forças trocadas por corpos sempre existem aos pares; ou seja, não existe uma força sem que haja outra que a ela corresponda. Isso quer dizer que, quando um corpo exerce uma força sobre outro, o contrário também ocorre. Isto é: Se existe uma força F (força aplicada por um corpo A em um corpo B), então há uma força correspondente F (força aplicada pelo corpo B no corpo A). É por esse motivo que uma pessoa sente dor ao bater o pé contra algo duro e resistente. Sempre que um corpo A aplicar uma força de ação sobre um corpo B, este "revidará" imprimindo sobre A uma força de reação F Essas forças de ação e reação têm as seguintes características: • mesma direção; • mesmo módulo • sentidos opostos • mesma natureza (ambas de contato ou ambas de campo). Apesar de terem a mesma intensidade, as forças de ação e de reação não produzirão, indistintamente, os mesmos efeitos nos corpos onde são aplicadas. Tudo dependerá da massa e da resistência de cada objeto. É importante ressaltar que, como as forças de ação e de reação estão sempre aplicadas em corpos distintos, os efeitos de uma nunca serão neutralizados pelos da outra; isto é, ação e reação nunca se equilibram entre si, mas somente com outras forças. (KAZUHITO; FUKU, 2016, p.141-142)
Justificativa	A lei de ação e reação está presente no cotidiano e é fundamental para compreensão de diversos fenômenos estudados em Dinâmica.
Objetivos	Espera-se que os alunos consigam identificar os efeitos da lei de ação e reação presente em a atividade experimental e sejam capazes de exemplificá-la em contextos do cotidiano.
Metodologias/Desenvolvimento	Nesta aula o docente organizará os estudantes em grupos de no máximo quatro integrantes, com o intuito de realizar a atividade “SUPER BALÃO”. O objetivo dessa atividade é, a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, observar o fenômeno de ação e reação. Antes de iniciar o experimento, o docente conversará sobre o quais os significados que os alunos atribuem a palavra “reagir” e a partir da fala dos estudantes o docente fará uma nuvem de palavras no quadro. A partir das respostas dos estudantes o docente associará os exemplos de reação apresentados pelos alunos a ações anteriores. Então sintetizará a 3ª lei de Newton retomando os estudos das forças, realizado em aulas passadas. Para essa nova lei, não existe uma força sem que haja

outra que a ela corresponda. Isso quer dizer que, quando um corpo exerce uma força sobre outro, o contrário também ocorre. O docente então explicará que essas forças são chamadas de ação e reação, e têm as seguintes características:

- mesma direção;
- mesmo módulo
- sentidos opostos
- mesma natureza (ambas de contato ou ambas de campo).

Mas, apesar de terem a mesma intensidade, as forças de ação e de reação não produzirão, indistintamente, os mesmos efeitos nos corpos onde são aplicadas. É importante considerar que dependerá da massa e da resistência de cada objeto.

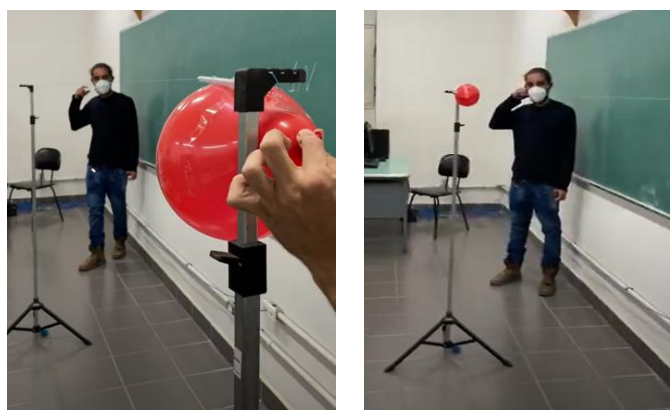
Após essa explicação, o docente proporá a prática do Super balão como forma de exemplificar a aplicação da lei. Para realização da prática serão necessários os seguintes materiais:

- 01 balão
- 03 metros de barbante.
- 01 canudinho de 5mm de diâmetro
- 02 alunos
- 01 rolo de Fita adesiva de 20mm de largura

Ao iniciar a prática, primeiramente o docente escolherá 2 alunos para a realização do experimento. Em seguida cortará o barbante na medida estabelecida e passará o barbante dentro do canudinho. Posteriormente, encherá o balão, colará o canudo no balão com a fita adesiva e pedirá que os alunos estiquem o barbante, contando que cada aluno ficará em uma extremidade esticando totalmente o barbante.

Após a montagem, um dos alunos liberará a saída de ar do balão, enquanto todos observam o que acontece com ele. Em seguida, repetirá o experimento aumentando e diminuindo a entrada de ar do balão, como é possível observar na figura a seguir:

Figura 1: Demonstração do experimento com o balão na aula do Pré-ENEM no IFMG - OP



Fonte: autoria própria

Ao longo da realização do experimento, o docente pedirá aos grupos que façam anotações do que observarão que acontecerá com o balão. Após a realização os grupos deverão buscar em suas anotações, respostas para as perguntas a seguir:

- Para que lado sai o ar?
- O balão se movimenta para o mesmo lado da saída de ar?

	• Qual a mudança que se observa quando altera a quantidade de ar no balão? • O ar está aplicando uma força? Se sim, em quem ele aplica? A Partir dessas questões o docente abrirá um debate com os alunos e discutirá qual a consequência que um corpo tem sobre o outro ao aplicar uma força? Para finalizar, o docente relacionará a situação da atividade com o conceito de ação e reação discutindo com os alunos as diferenças e semelhanças entre as forças de ação e reação. É importante ressaltar que, como as forças de ação e de reação estão sempre aplicadas em corpos distintos, os efeitos de uma nunca serão neutralizados pelos da outra; isto é, ação e reação nunca se equilibram entre si, mas somente com outras forças.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação se dará por meio da observação e registro das respostas dos estudantes aos questionamentos apresentados ao longo da aula como forma de fomentar a descoberta do conhecimento prévio dos alunos e a construção do novo conhecimento. Além disso, serão avaliadas as repostas dadas a partir da observação da turma sobre a atividade prática realizada em sala.
Recursos/materiais didáticos	- 01 balão - 03 metros de barbante. - 01 canudinho de 5mm de diâmetro - 02 alunos - 01 rolo de Fita adesiva de 20mm de largura
Referências	YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. Física para o ensino médio. Vol. 1: mecânica. 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.
Observações	

5ª aula - Segunda lei de Newton – Princípio fundamental da Dinâmica

Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	Segunda lei de Newton – Princípio fundamental da Dinâmica
Conteúdo	Já vimos que o efeito dinâmico de uma força é a aceleração. Quando a resultante de um sistema de forças é nula ($F^{\rightarrow} = 0$), não há aceleração resultante e, consequentemente, a velocidade vetorial permanece constante. Porém, quando a força resultante é não nula ($F^{\rightarrow}, 0$), a aceleração resultante passa a existir e a provocar seus efeitos. Ao se submeter um objeto à ação de uma força resultante não nula, surge uma aceleração resultante com a mesma direção e o mesmo sentido. Variando a intensidade da força, a aceleração modifica-se na mesma razão. A relação entre as grandezas A, e a, é dada por uma constante de proporcionalidade (k), de modo que podemos escrever: $F_1 = k \cdot a$ Qual será a natureza dessa constante de proporcionalidade? Normalmente é preciso um esforço maior para mover um sofá do que uma cadeira, então é razoável pensar que as relações de causa e efeito estejam relacionadas à dificuldade em alterar o estado de movimento do objeto, ou seja, tirá-lo do seu estado de inércia. Aplicando a mesma força em objetos distintos, verifica-se que a aceleração observada é inversamente proporcional à massa deles. Assim, na expressão $F_1 = k \cdot a$, a constante k está associada à medida quantitativa da inércia de um corpo. Essa constante de proporcionalidade foi definida por Isaac Newton como massa inercial (m), uma grandeza física escalar que corresponde à medida da resistência de um corpo em relação à aceleração a ele aplicada. Logo, a expressão matemática que representa o Princípio Fundamental da Dinâmica é: $F_1 = m \cdot a$, ou, algebricamente, $F = m \cdot a$. As unidades mais comuns de massa inercial, ou simplesmente massa, são o quilograma (kg), padrão de massa no Sistema Internacional, e seus múltiplos e submúltiplos do sistema métrico decimal: grama (g): 1 kg equivale a 1000 g; tonelada (t)- 1 t equivale a 1000 kg. (KAZUHITO; FUKU, 2016, p.140)
Justificativa	O princípio fundamental da Dinâmica está presente no cotidiano e é fundamental para compreensão de diversos fenômenos físicos que serão estudados posteriormente. Além disso, essa aula poderá contribuir para consolidar a compreensão das grandezas força, massa, aceleração entre outras relacionadas já estudadas.

Objetivos	Espera-se que os estudantes sejam capazes de analisar e discutir a relação entre força, massa e aceleração a partir de uma atividade experimental.
Metodologias/Desenvolvimento	Nessa aula faremos o caminho inverso, primeiro realizaremos uma atividade prática com os estudantes usando os bloquinhos usados na aula 3. O material será montado em uma mesa no centro da sala. Os alunos deverão ser organizados em grupos de até 5 estudantes e a cada terá oportunidade de realizar o experimento e fazer as medições conforme cada superfície e a quantidade de blocos que utilizar: Cada grupo receberá um roteiro de atividade experimental e os materiais para montagem do experimento. Roteiro: 1. Realizem a montagem colocando o bloco principal com diferentes superfícies sobre uma superfície plana onde a extremidade do barbante fique suspensa. 2. Defina qual será a superfície do bloco que estará em contato com a superfície plana. 3. Nesta atividade a proposta é utilizar diferentes forças, para tanto, façam 3 medidas, nas quais se deve aumentar gradualmente os pesos usados e cronometrar ou filmar, anotando o tempo que o bloco demora para percorrer certa distância. 4. Repitam o procedimento 3 vezes para cada vez que um bloco for incluído, e posteriormente façam a média. 5. Repitam tudo com outra superfície do bloco principal em contato com a superfície plana. 6. Lembre-se que a média é a soma do número de eventos dividido pelo número de vezes que os eventos ocorrem. $\text{Ex.: } \frac{x + x* + x**}{3}$ 7. Os grupos deverão responder aos seguintes questionamentos para os grupos: a) Em relação ao tempo de deslocamento do bloco, foram iguais em todas as situações? b) Explique a relação entre a força usada e o movimento do bloco. Em grupo estabeleçam o objetivo dessa atividade: Após todos os grupos concluírem suas observações e registros, o docente discutirá os resultados apresentados na atividade experimental, questionando-os sobre a mudança na velocidade que o bloco percorreu o trajeto. Em seguida, apresentar aos estudantes a última situação-problema: Qual é a relação entre força, massa e aceleração no experimento realizado? A partir da resposta dos estudantes o docente apresentará a relação em que $F = m \cdot a$ e relacionar com a definição da 2ª lei de Newton e a prática realizada. O docente deverá perguntar aos estudantes: a) Ao aplicar a força resultante sobre dois objetos de massa diferente, qual deles irá adquirir maior aceleração?

	b) Se a força resultante que atua sobre um bloco que desliza de algum modo é duplicada, quanto cresce essa aceleração? Utilizando a equação aprendida, o docente resolverá junto com a turma os seguintes exemplos, evidenciando as grandezas envolvidas: a) Calcule a força resultante que há sobre um bloco com massa de 100 kg em uma aceleração de 10 m/s^2 b) Calcule a aceleração adquirida por um bloco de massa de 20kg no qual é aplicada uma força resultante de 50 N. Para concluir, poderá dar mais exemplos de onde podemos encontrar a 2 lei de Newton no dia a dia.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação se dará por meio da observação e registro das respostas dos estudantes aos questionamentos apresentados ao longo da aula como forma de fomentar a descoberta do conhecimento prévio dos alunos e a construção do novo conhecimento. Além disso, serão avaliadas as repostas dadas no relatório elaborado pelos grupos a partir da observação do experimento.
Recursos/materiais didáticos	• Bloco de madeira • Pesos com as massas conhecidas • Barbante • Roldana e suporte para a mesma • Régua (ou algum instrumento para medir comprimento) • Cronômetro (ou algum instrumento para medir tempo) Medida dos bloquinhos : • Blocos grandes 15x5x5 • Bloco Médio 5x5x5 • Bloco pequenos 5x2x2 Superfícies: • Os dois lados da esponja • Papelão (parte enrugada) • Lixas de 80mm e 120mm Barbante : 50 cm Rolamento de moto : 0262 Tabuas grande:15x15 cm Tabua média: 12 x 15 cm Ganchos : 12 unidade - 4cm
Referências	YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. Física para o ensino médio. Vol. 1: mecânica. 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.
Observações	-----

6ª aula - Avaliação e revisão de conceitos físicos - “Corrida newtoniana

Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	Avaliação e revisão de conceitos físicos - “Corrida newtoniana”.
Conteúdo	Os conteúdos explorados no jogo farão referência as três leis de Newton estudadas anteriormente: • 1ª Lei de Newton – Princípio da Inércia • 2ª Lei de Newton – Princípio fundamental da Dinâmica • 3ª Lei de Newton – Ação e Reação Contudo, o jogo também trará conceitos introdutórios de estudados nas sequências iniciais, como grandeza, Sistema internacional etc.
Justificativa	Através de atividades lúdicas os estudantes têm a oportunidade de relembrar e revisar os conceitos abordados nas aulas anteriores. O jogo também pode contribuir para fixação dos conteúdos estudados em aula de uma maneira criativa, explorando a interação entre os estudantes.
Objetivos	• Identificar se os alunos se apropriaram dos princípios e exemplos de aplicações das leis de Newtons. Revisar os conteúdos de mecânica anteriormente estudados.
Metodologias/Desenvolvimento	Nesta aula a atividade avaliativa consistirá no jogo “corrida newtoniana”. O jogo composto é organizado em formato de tabuleiro, no qual há uma trilha com diversos desafios propostos ao longo de um percurso, sendo que para cada “parada” desse percurso, há uma pergunta relacionada aos conceitos estudados nas aulas anteriores referente as leis de Newton. Em um primeiro momento o docente organizará a sala em grupos de aproximadamente 5 pessoas. O tabuleiro deverá ser colocado em uma mesa centralizada na sala, de tal forma que os grupos possam ficar localizados ao redor. Serão disponibilizadas um peão em formato de cone para representar cada grupo. As perguntas ficarão dispostas em formato de cartas, e serão embaralhadas e sorteadas a cada rodada por um membro do grupo. As regras do jogo são: • Cada erro ou acerto gera uma consequência: avance duas casas; volte três casas etc. • Cada grupo será representado por um cone que será usado para andar no percurso; • Todos os membros do grupo poderão ajudar a construir a resposta correta, e deverão dialogar antes de defini-la. Porém, somente um representante do grupo dará a resposta final; • O grupo definirá a resposta correta dentro do tempo de 1 minuto ou mais, conforme a necessidade que o docente observar que é necessário para que eles discutam; • O tempo de resposta deverá ser cronometrado;

	• Não é permitido realizar pesquisa, pois um dos objetivos é valorizar o diálogo entre os participantes; • Para definir quem começará, todos os grupos jogarão um dado e a partir dos resultados a ordem das equipes será definida; • O dado também será necessário para que a cada rodada os grupos andem casas no tabuleiro; Ao longo da realização do jogo, o docente aproveitará os erros dos estudantes para tirar dúvidas e quando necessário, complementar com exemplos, pois o foco é a aprendizagem dos conteúdos de Física. Aos ganhadores o docente pode propor brindes, mas é importante valorizar a participação de todos.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação se dará por meio da observação e registro das respostas dos estudantes as perguntas do jogo.
Recursos/materiais didáticos	• Jogo de tabuleiro • Dado • Folha de caderno • 1 caneta • Cartas com as perguntas • Cronômetro • Cones
Referências	Yamamoto, Kazuhit. Física para o ensino médio, vol. 1: mecânica / Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. -- 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016
Observações	-----

Anexo:**Figura 1:** Exemplo de organização da mesa com o jogo

Fonte: autoria própria

Figura 2: Cones e dado feitos de cartolina para representação dos grupos



Fonte: autoria própria

Figura 3: Exemplo das cartas com perguntas



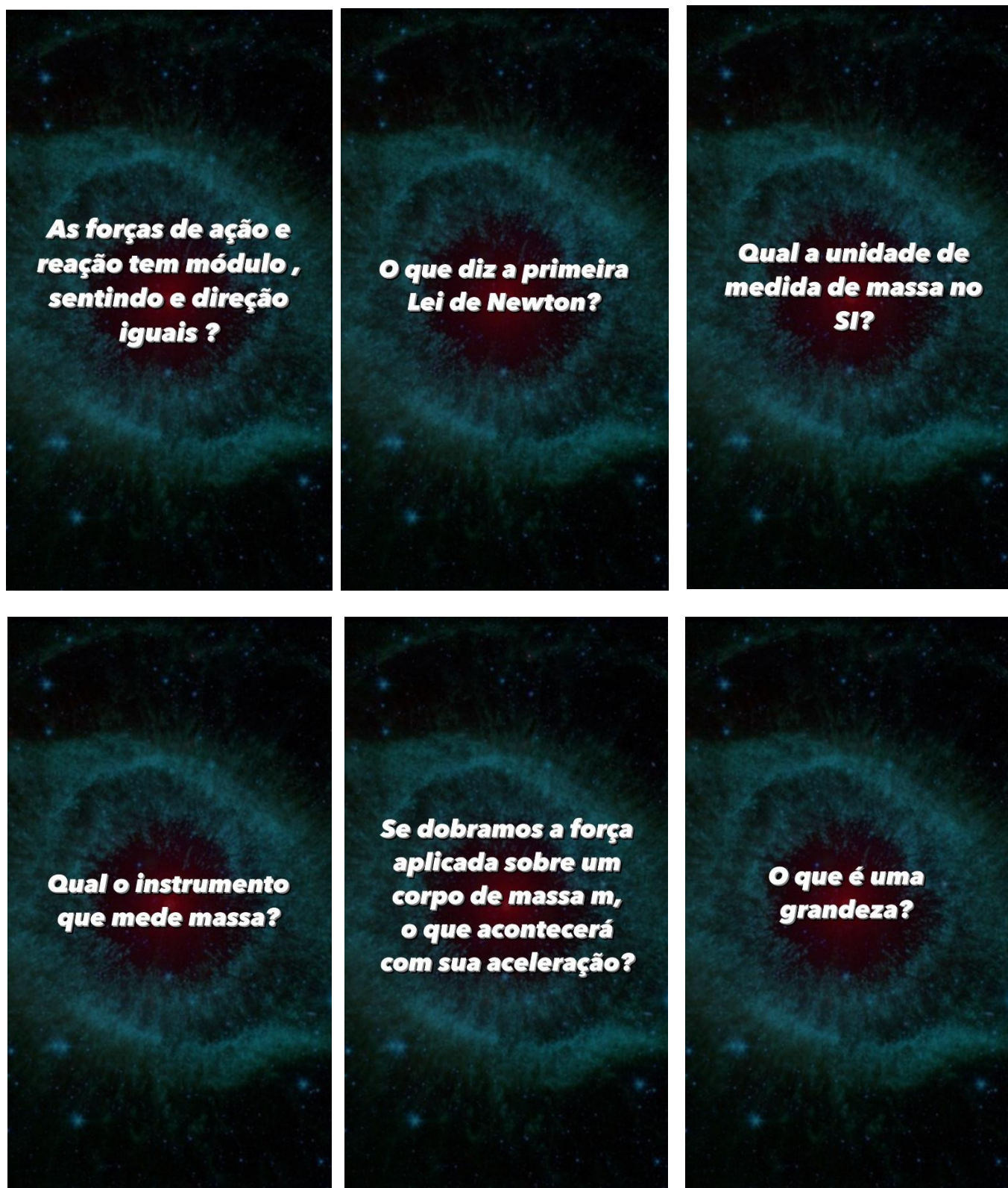
Fonte: autoria própria

Figura 4: Carta em branco para inclusão de perguntas



Fonte: autoria própria

Figura 5: exemplos de cartas com perguntas



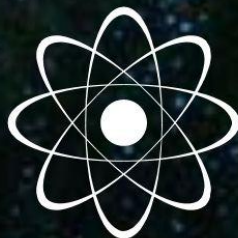
Fonte: autoria própria

Figura 6: Molde da trilha para ser impressa

Início



$$EF = ma$$



Fim



$$\sqrt{x} = \int \frac{1}{x} dx$$



SEQUÊNCIA DIDÁTICA – TERMODINÂMICA

1ª aula - Termodinâmica no dia a dia

Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	Termodinâmica no dia a dia
Conteúdo	Na natureza, podemos encontrar a água em três estados físicos: - Líquido: O estado líquido é o mais comum, pois está mais presente em nosso dia a dia. É a água que bebemos, tomamos banho, lavamos roupa e louças etc. Podemos encontrar, na natureza, a água neste estado nos mares, rios, lagos, riachos etc. - Gasoso: O estado gasoso, embora menos visível, também está muito presente em nossas vidas. A água é encontrada no estado gasoso após passar pelo processo de evaporação. Num dia de muito calor, por exemplo, a água dos rios, mares e até da roupa que estendemos no varal é transformada em vapor de água. Quando fervemos a água em casa, ela também muda do estado líquido para o gasoso, através do processo de ebulição. - Sólido: No estado sólido, a água se apresenta na forma de gelo. Neste estado físico, ela é mais comum em regiões frias do continente como na Antártida e no Polo Norte. A água também pode passar do estado físico líquido para o sólido de forma artificial, ou seja, quando colocamos água no congelador de nossas geladeiras. Mudanças nos estados da água: A água passa por cinco processos de transformação na natureza. Estas transformações ocorrem de acordo com a mudança de temperatura da água. Para que a transformação de um estado para outro ocorra é necessário que a água atinja determinadas temperaturas. A descrição de cada processo é: 1. Vaporização: Quando a água passa do estado líquido para o gasoso. Pode ocorrer através de dois processos: • Ebulição: Na ebulição ocorre quando a água chega à temperatura de 100°C (nível do mar). Um bom exemplo é quando fervemos a água no fogão. Quando a água começa a borbulhar é porque ela está fervendo e, portanto, entrando em estado de ebulição (transformando-se em vapor de água). • Evaporação: Já no processo de evaporação, a água passa do estado líquido para o gasoso de forma lenta. Quando estendemos a roupa molhada no varal num dia ensolarado, a água vai, lentamente, passando do estado líquido para o gasoso. 2. Solidificação: A água passa do estado líquido para o sólido. Essa transformação ocorre quando a água atinge a temperatura de 0°C. Um bom exemplo é quando pegamos a água em temperatura ambiente e colocamos no congelador. Quando a água chega a 0°C ela muda para o estado sólido (gelo).

3. **Condensação:** Mudança da água do estado gasoso para o líquido. Este processo é muito comum na formação das chuvas, quando o vapor de água é transformado em água líquida após uma queda de temperatura. Também podemos observar este processo nas gotículas de água que se formam na parte interna da tampa da panela quando estamos cozinhando alimentos ou fervendo água.
4. **Fusão:** Ocorre quando a água passa do estado sólido para o líquido. Quando o gelo é retirado do congelador, a temperatura da água vai aumentando. Quando ela ultrapassa a marca de 0°C (ponto de fusão), começa a derreter, transformando-se em água líquida.
5. **Sublimação:** Quando a água passa do estado físico gasoso para o sólido e vice-versa, sem passar pelo estado líquido. É a transformação mais rara na natureza. Geralmente, este processo de transformação é realizado em laboratórios

A seguir é possível observar um esquema que representa esses processos citados anteriormente:

Figura 1: Mudanças de estado da água



Fonte: Escola virtual - Mudança de estado físico da matéria. Disponível em: <https://www.escolamz.com/2022/02/mudanca-de-estado-fisico-da-materia.html>.

Em geral, as substâncias apresentam-se em três aspectos ou fases, também chamados de estados físicos da matéria: sólido, líquido e gasoso.

A matéria é constituída por partículas muito pequenas (átomos, íons ou moléculas). O estado físico é uma condição macroscópica e depende da temperatura e do estado de agregação dessas partículas. Além disso, ele determina características como a densidade e a forma de apresentação da substância.

O grau de agregação é devido a fatores intrínsecos à matéria, como a geometria das partículas e as forças de coesão entre elas, e extrínsecos, como a temperatura e a pressão a que é submetida.

- Fase sólida: as partículas da substância estão muito próximas umas das outras e agrupadas de forma coesa. Corpos no estado sólido apresentam volume fixo, forma própria e não sofrem compressão. Cada partícula constituinte executa pequenos movimentos oscilatórios em torno de uma posição fixa.

- Fase líquida: as partículas da substância estão um pouco mais afastadas do que na fase sólida, pois as forças de coesão já não são tão acentuadas. Líquidos possuem volume constante e adquirem a forma do recipiente que os contém por não apresentarem estrutura cristalina, além de escoarem com facilidade; são praticamente incompressíveis e, em repouso, apresentam alguma tensão superficial (as forças de coesão fazem com que as partículas do líquido situadas nas proximidades da superfície livre experimentem uma força resultante dirigida para o interior do líquido).

- Fase gasosa: as partículas da substância estão completamente separadas umas das outras e situadas, relativamente, a grandes distâncias. O volume do gás é variável, ocupando todo o espaço do recipiente que o contém, adquirindo sua forma, e sofre, facilmente, tanto compressão como expansão. As partículas estão livres e em constante movimento aleatório.

Conforme vimos no capítulo anterior, a curva de aquecimento mostra como as substâncias mudam de fase, desde que recebam ou percam calor, sob determinada pressão. Para acontecer a fusão, a ebulição e a sublimação, a substância deve receber energia (calor), enquanto a sublimação inversa (ressublimação), a condensação e a solidificação ocorrem com a perda de energia. A temperatura em que se verifica cada uma das mudanças de fase denomina-se:

- Para o primeiro patamar: ponto de fusão (P.F.), temperatura em que ocorre a passagem da fase sólida para a líquida, ou, inversamente, ponto de solidificação (P.S.);

- Para o segundo patamar: ponto de ebulição (P.E.), temperatura em que há a passagem da fase líquida para a gasosa, ou, inversamente, ponto de condensação (P.C.) — temperatura na qual ocorre a passagem da fase gasosa para a fase líquida.

As temperaturas de mudança de fase dependem da pressão a que estão submetidas as substâncias. Os valores nominais encontrados para a água pura (P.F. é igual a 0°C e P.E. é igual a 100°C) foram determinados sob a pressão atmosférica medida ao nível do mar, de 1 atm ou 760 mmHg. Além desses, existem outros estados da matéria, criados em circunstâncias distintas das condições ambientes, e cuja descrição está além do escopo deste curso.

Vaporização e condensação

A vaporização ocorre quando partículas de uma substância em fase líquida recebem energia suficiente para passar ao estado gasoso. A vaporização recebe três nomes diferentes, dependendo de como ela acontece:

- Evaporação: a vaporização acontece em qualquer temperatura. Algumas moléculas da superfície livre do líquido retiram calor de outras moléculas, adquirem maior energia cinética e escapam para a fase gasosa: essa é a evaporação. Nesse evento, a temperatura das moléculas restantes diminui. Uma pessoa pendura as roupas bem estendidas em um varal, pois, quanto maior for a área de contato com a atmosfera, mais rápida será a evaporação. Outras condições, como ocorrência de vento e baixa umidade relativa do ar, podem aumentar a evaporação da água.
- Ebulição: é a vaporização típica, em que a mudança de fase se dá quando o líquido alcança o ponto de ebulição da substância na pressão dada; na temperatura de ebulição, a maior parte das moléculas tem

energia cinética suficiente para alcançar o estado gasoso. A água entra em ebulição (ferve) na temperatura de 100°C , sob pressão de $1,0\text{ atm}$: isso significa que, nessas condições de pressão e temperatura, a maior parte das moléculas de água obtém energia suficiente para vaporizar. Quanto maior for a altitude local, menor será a temperatura de ebulição. Enquanto não acontecer toda a vaporização do líquido, a temperatura se manterá constante, em uma determinada pressão.

- **Calefação:** é uma vaporização forçada, pois realiza-se em uma temperatura acima do ponto de ebulição. Como exemplo, podemos citar uma frigideira bem quente onde caem alguns pingos de água. A vaporização é tão rápida que os pingos nem chegam a tocar completamente o fundo da frigideira, movimentando-se sobre uma camada de moléculas vaporizadas, até dissiparem-se completamente.

O vapor-d'água pode fornecer muita energia ao ambiente sob forma de calor, porque seu calor de condensação é muito alto. Nos países de inverno rigoroso, usa-se a calefação para tornar agradável o ambiente no interior das residências, das edificações em geral e mesmo nas passagens entre eles.

A condensação é o processo inverso da vaporização. Retirando-se calor de uma substância que está sob forma de vapor, ela sofre condensação e muda para o estado líquido ao atingir seu ponto de condensação. Se não houver outras trocas de calor do vapor com o ambiente, em dada pressão, a temperatura permanecerá constante.

Assim como a vaporização ocorre em várias temperaturas, também a condensação poderá efetivar-se em outra distinta da do ponto de condensação. Por exemplo, o ar atmosférico que respiramos possui moléculas de vapor-d'água que, em um dia de temperatura elevada, se condensam ao tocar as paredes frias de uma lata de suco recém-tirada da geladeira. A água que escorre pela parede do copo vem do ar atmosférico!

Fusão e solidificação

Sob determinada pressão, a fusão ocorre quando fornecemos energia necessária a uma substância no estado sólido. O calor que o sólido recebe faz com que aumente a vibração das partículas, quebrando o retículo cristalino e/ou ampliando a distância entre elas. O sólido então muda para a fase líquida, em que as forças de coesão são apenas suficientes para manter as partículas próximas umas das outras.

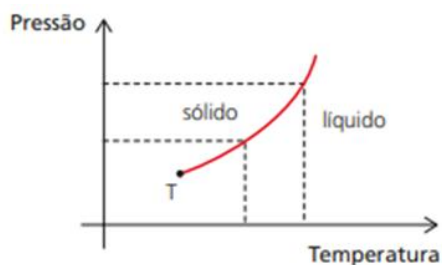
Durante a fusão, a temperatura permanece constante, mas é preciso continuar fornecendo calor, pois afastar as partículas e diminuir as forças de coesão requer energia.

No processo inverso, quando retiramos energia de um sistema em fase líquida, as partículas reaproximam-se e ocorre a solidificação. A quantidade de energia necessária para fundir ou solidificar determinada massa de uma substância é a mesma.

Durante a fusão e a solidificação, ocorrem variações no volume. A maior parte das substâncias aumentam de volume ao fundir-se; como consequência, elas, em estado sólido, submergem quando são colocadas em um recipiente contendo o seu próprio líquido (fotografia 1). Especificamente para o gelo, ao fundir-se, o volume da água diminui devido à redução das interações intermoleculares (fotografia 2).

O fato de o volume aumentar na fusão sugere que, se intensificarmos a pressão sobre o sólido, tendemos a diminuir o espaço reservado às partículas no estado líquido. Com isso, a fusão só acontecerá se houver um estado de agitação maior dessas partículas, isto é, se a temperatura for elevada.

De fato, tomando a temperatura na fusão de um sólido sob várias pressões, temos a seguinte curva de fusão:



(KAZUHITO; FUKU, 2016, p.57-61)

Justificativa

Partir do café, uma bebida comum e presente na casa das famílias brasileiras é uma forma de enriquecer a experiência de aprendizagem da Física, promovendo o diálogo e a oportunidade de os alunos se perceberem conhecedores de fenômenos físicos que estamos conceituando na escola.

Objetivos

- Identificar no cotidiano a atuação da mudança de estado físico da água.
- Perceber as implicações físico-químicas no preparo da receita de um café.
- Compreender as mudanças de estado físico da matéria

Metodologias/Desenvolvimento

O professor organizará a sala em semicírculo e escreverá no quadro " Qual o melhor café do mundo?

Então, fará um levantamento do que os alunos sabem a respeito de como preparar um "Bom Café". Posteriormente, o docente pedirá aos alunos que escrevam em uma folha de papel uma receita com as proporções necessárias para fazer um bom café.

Em seguida, o professor pedirá aos alunos que apresentem para o restante da turma a sua receita, à medida que os alunos forem apresentando o docente promoverá um debate para que eles analisem o que há em comum nas receitas e o que é muito diferente nesse momento. O professor construirá juntamente com a turma uma receita para ser executada, lembrando que ela tem que levar em consideração os conhecimentos dos educandos, e detalhar bem quais os ingredientes e quais os procedimentos necessários.

Adiante, com a mesa no centro da sala, o educador deve colocar os utensílios e os ingredientes necessários para fazer o café e amostras das diversas fases do café como verde, maduro, seco, em grão, torrado e moído.

Um moedor de café antigo e um soquete podem ser usados para demonstrar as transformações que o produto pode sofrer até tornar-se a mistura homogênea que

	chamamos de café. O conteúdo pode ser relacionado a outras ciências como a Biologia, a Geografia, a Química e a História, promovendo um diálogo interdisciplinar. Um fato, que todos sabem é que para se fazer café vai ser necessário água. A partir disso deve ser feito o seguinte questionamento “Em quais estados físicos da água e em quais estados podemos encontrá-la durante o preparo do café?”. Apanhado de resposta e explicação sobre os três estados físicos: - Sólido: No estado sólido, a água se apresenta na forma de gelo. Neste estado físico, ela é mais comum em regiões frias do continente como na Antártida e no Polo Norte. A água também pode passar do estado físico líquido para o sólido de forma artificial, ou seja, quando colocamos água no congelador de nossas geladeiras. Esse processo - Líquido: O estado líquido é o mais comum, pois está mais presente em nosso dia a dia. É a água que bebemos, tomamos banho, lavamos roupa e louças etc. Podemos encontrar, na natureza, a água neste estado nos mares, rios, lagos, riachos etc. - Gasoso: O estado gasoso, embora menos visível, também está muito presente em nossas vidas. A água é encontrada no estado gasoso após passar pelo processo de evaporação. Num dia de muito calor, por exemplo, a água dos rios, mares e até da roupa que estendemos no varal é transformada em vapor de água. Quando fervemos a água em casa, ela também muda do estado líquido para o gasoso, através do processo de ebulição, explica que a água passa por cinco (Vaporização, Ebulição, Evaporação, Condensação e Fusão) processos de transformação na natureza. Estas transformações ocorrem de acordo com a mudança de temperatura da água. Para que a transformação de um estado para outro ocorra é necessário que a água atinja determinadas temperaturas. Em seguida realizará o experimento orientado com os educandos, com o qual eles poderão observar os fenômenos físico-químicos presentes em sua execução. Ao final, ministrará perguntas acerca dos fenômenos estudados a fim de despertar a curiosidade por trás desses acontecimentos, que muitas vezes são do seu cotidiano, mas não são observados, a fim de tornar a curiosidade ingênua em curiosidade epistemológica.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação se dará por meio da observação e registro das respostas dos estudantes aos questionamentos apresentados ao longo da aula e da atividade de observação das imagens e identificação das forças atuantes, como forma de fomentar a descoberta do conhecimento prévio dos alunos e a construção do novo conhecimento.
Recursos didáticos	• Quadro • Giz • Folhas em branco • Ingredientes para se preparar o café: café, água, açúcar; • Utensílios domésticos: vasilha, ebulidor, garrafa térmica, filtro de café. • Copos para colocar os grãos de café • Grãos de café em várias fases • Moedor de café • Soquete

Referências	Yamamoto, Kazuhito. Física para o ensino médio, vol. 2: termologia, óptica, ondulatória / Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. -- 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.
Observações	

Anexo 1

Figura 1: Grãos de café



Fonte: Autoria Própria

Figura 2: Grãos de café, soquete e moedor de café dispostos para a turma



Fonte: Autoria Própria

2ª aula - Calor e temperatura

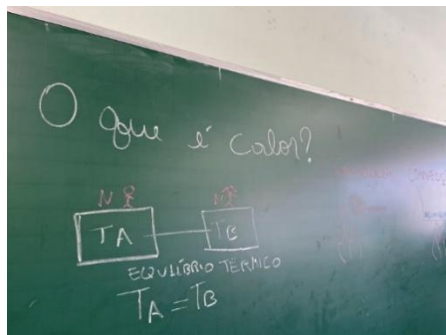
Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	Calor e temperatura
Conteúdo	O que é calor? É a parte da física que estuda os fenômenos relacionados às trocas de energia térmica. Essa energia em trânsito é chamada de calor e ocorre devido a diferença de temperatura entre os corpos. O termo calorimetria, é formado por duas palavras: “calor” e “metro”. Do latim, “calor” representa a qualidade do que é quente, e “metro”, do grego, significa medida. O calor representa a energia transferida de um corpo para outro, em função unicamente da diferença de temperatura entre eles. Esse transporte de energia, na forma de calor, sempre ocorre do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura. Vale lembrar que o calor, também chamado de energia calorífica, é um conceito da área da física que determina a troca de energia térmica entre dois corpos. Essa transferência de energia tem a finalidade de atingir o equilíbrio térmico entre dois corpos, ou seja, a mesma temperatura. Assim, um corpo mais quente transfere calor para um corpo mais frio até que ambos tenham a mesma temperatura. Estando os corpos isolados termicamente do exterior, essa transferência irá ocorrer até atingirem o equilíbrio térmico (temperaturas iguais). Vale ainda ressaltar que um corpo não possui calor, ele possui energia interna. Portanto, só faz sentido falar em calor quando essa energia está sendo transmitida. A transferência de energia, na forma de calor, quando produz no corpo uma mudança na sua temperatura é chamado de calor sensível. Quando gera uma mudança no seu estado físico é chamado de calor latente. A grandeza que define essa energia térmica em trânsito é chamada de quantidade de calor (Q). No Sistema Internacional (SI), a unidade de quantidade de calor é o joule (J). Contudo, na prática, usa-se também uma unidade chamada de caloria (cal). Essas unidades possuem a seguinte relação: $1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$ Condução térmica: A energia calorífica é transmitida por meio de corpos sólidos que aquecem, seja pelo calor do fogo, ou pelo contato com outro mais quente. Assim, quando aquecemos um corpo sólido, a energia cinética aumenta e consequentemente, a agitação das moléculas. Convecção térmica: esse tipo de transmissão de calor ocorre em substâncias que estejam no estado líquido ou gasoso. Criam-se correntes circulares chamadas de correntes de convecção, as quais são determinadas pela diferença de densidade entre o fluido mais quente e o mais frio. Irradiação térmica: por meio das ondas eletromagnéticas ou ondas de calor de um corpo ocorre a transferência de energia térmica. Nesse caso, as partículas elétricas de um objeto aumentam, da mesma forma que sua energia cinética.

Exemplos de Propagação de Calor:

Convecção Térmica: Aquecimento de líquidos numa panela; Geladeira e congelador; Ar-condicionado; Aquecedores; Correntes de ar atmosférico

Irradiação Térmica: Energia solar; Placas solares; Assar alimentos no forno; Fogo das lareiras; Estufas das plantas.

Figura 1: Questão geradora



Fonte: Autoria Própria

(KAZUHITO; FUKU, 2016, p.31-40)

Justificativa

Estudar o Calor em Física contribui para a percepção significativa de fenômenos muito comuns da vida cotidiana e que os estudantes interpretam erroneamente. Portanto, partimos da compreensão ingênua dos estudantes sobre as palavras calor, temperatura, frio, quente, por exemplo, para estigarmos a curiosidade científica dos estudantes, de tal forma que passem a dar novos significados aos encontros diários com a Física que estudam na escola e experimentam no seu dia a dia, fazendo um café, escolhendo a roupa que vestem, usando eletrodomésticos, ouvindo a previsão do tempo etc.

Objetivos

Espera-se que compreendam o conceito de calor e sejam capazes de identificar em situações cotidianas.

Metodologias/Desenvolvimento

Os educandos serão organizados em semicírculo de modo que possam visualizar o quadro onde estará a seguinte frase “Calor e Temperatura significam a mesma coisa?”.

As respostas dos estudantes serão escritas no quadro em formato de nuvem de palavras. As respostas podem ser diversas, como: sim, são a mesma coisa ou não são a mesma coisa.

Em seguida, o docente realizará uma dinâmica com os alunos para verificar se o tato é um bom medidor de temperatura e estimar o grau de temperatura dos colegas.

Promoverá debate com os alunos em perguntá-los: “O nosso corpo é um instrumento de medida?”. Após apanhar as respostas e o docente iniciará a discussão entre os alunos sobre qual instrumento de medida eles conhecem para medir temperatura e como ele funciona.

Em seguida, explicará o conteúdo sobre calorimetria:

A propagação do calor - No cotidiano, observamos diversos fenômenos que ocorrem de forma espontânea. Se pusermos um mesmo líquido nas colunas de um sistema de vasos comunicantes abertos na parte superior, elas tendem a ficar sempre no mesmo nível, após atingir-se o equilíbrio hidrostático. A coluna inicialmente mais alta tende a baixar, empurrando o excesso de líquido para as demais.

É importante lembrar que o líquido, ao atingir o mesmo nível em todas as colunas, não conterà, nelas, necessariamente o mesmo volume; é apenas a pressão hidrostática que se iguala em todos os pontos do líquido que estiverem nivelados. Essa situação é análoga àquela que ocorre em sistemas que trocam calor. O calor flui espontaneamente do sistema físico mais quente para o menos quente; ou seja, do sistema de temperatura maior para o de menor. Esse fluxo se encerra quando o equilíbrio térmico (condição em que as temperaturas se igualam) é alcançado.

Aqui, o que se iguala é a temperatura (medida do grau de agitação das partículas). Não quer dizer, necessariamente, que os sistemas, ao atingirem o equilíbrio térmico, terminem com a mesma quantidade de energia térmica, pois ela depende de outros fatores, como a massa e o material constituinte de cada um. Devemos agora investigar de que modos pode ocorrer esse fluxo de calor. Há três processos de propagação de calor: condução; convecção; irradiação.

Observe uma lâmpada incandescente acesa. A energia elétrica que a alimenta se transforma em outras formas de energia — como a luminosa e a térmica — e não é preciso encostar a mão nela para saber que está quente. De modo predominante nesse caso, a energia térmica é propagada irradiando calor e aquecendo os objetos na sua vizinhança, do mesmo modo que o calor do Sol chega até nós. É assim que as nossas mãos recebem a energia térmica e se aquecem quando as aproximamos do bulbo da lâmpada.

Outro modo de um corpo receber o calor da lâmpada é entrando em contato direto com o bulbo. Por exemplo, um tecido encostado em uma lâmpada fica quente e pode até queimar se o contato for prolongado. Neste caso, é o vidro que conduz o calor para o tecido em contato. Há ainda um terceiro tipo de propagação de calor, a convecção, quando a própria matéria se movimenta de um local para outro, levando consigo a energia térmica, como acontece com as massas de ar quente que se deslocam na atmosfera terrestre ou com as correntes marinhas. A seguir, estudaremos as características de cada um desses tipos de propagação do calor

Condução térmica A condução térmica é a propagação de calor na qual a energia (térmica) se transmite de partícula para partícula. Nessa forma de propagação, ocorrem colisões entre as partículas (como átomos e moléculas), alterando sua agitação térmica.

Observe que, na condução, não há transporte de partículas através do corpo sólido, apenas interações entre partículas vizinhas. A condução térmica é muito reduzida nos meios líquidos e gasosos, e naturalmente não ocorre no vácuo. Cada material tem uma capacidade própria de conduzir o calor, que está diretamente relacionada com o tipo de substância e a natureza das ligações que o compõem. Aquele que conduz o calor com facilidade é chamado de bom condutor e o que o transmite com dificuldade, de mau condutor. Se a condução for nula ou muito reduzida, o material é denominado isolante térmico:

- bons condutores: metais em geral, como prata, ouro, alumínio, latão e aço;
- maus condutores: gelo, água líquida, madeira, lã, papel, vidro, isopor, borracha, couro, ar seco, concreto etc.

A diferença entre os condutores térmicos está no modo como as ligações internas se dão nas estruturas atômicas ou moleculares. Os metais são excelentes condutores porque os elétrons livres das camadas periféricas podem propagar energia através de colisões. Em contrapartida, nos maus condutores, os elétrons periféricos dos átomos estão comprometidos em ligações que não permitem essa característica. A distância entre as partículas vizinhas também é um indicativo da condutibilidade do material: geralmente, sólidos são melhores condutores que líquidos e gases, tanto que o ar é um ótimo isolante térmico. Outros exemplos de isolantes térmicos

	são a neve e o gelo — os flocos de neve acumulam-se em camadas fofas, aprisionando o ar e dificultando a transmissão do calor. Convecção térmica O que acontece no interior da água que é aquecida em uma panela, sendo a chama do fogão a fonte do calor? Ao medir a temperatura em várias profundidades, enquanto a água esquentar, notamos que ela aumenta à medida que chegamos mais próximos do fundo da panela. Mas como é que toda a massa de água adquire, ao final, a mesma temperatura? Uma boa pista é dada pelo movimento de pequenas folhas de chá jogadas na água, que sobem e descem durante o aquecimento e funcionam como indicadores do comportamento das moléculas. A porção de água junto ao fundo da panela aquece-se primeiro por condução e tem a sua densidade diminuída por dilatação; em decorrência, a porção inferior (mais quente) sobe, ao mesmo tempo que a porção superior (menos quente) desce, formando movimentos de água denominados correntes de convecção. Esse processo recebe o nome de convecção e é a propagação de calor na qual a energia térmica se transmite mediante o transporte de matéria. Logo, nessa forma de propagação, acontece o deslocamento de partículas de uma posição para outra, portanto observável somente em meios fluidos, ou seja, em meios líquidos e gasosos. Outro exemplo no qual podemos observar a convecção térmica é o sentido de propagação das brisas costeiras. Nas regiões próximas ao litoral, em dias normais, sopram brisas marítimas em direção ao continente durante o dia, e brisas terrestres da costa para o oceano, no decorrer da noite. Por que será que é assim? De dia, o ar fica mais quente sobre a terra, pois ela se aquece mais rapidamente do que a água do mar no mesmo intervalo de tempo; quando esse ar quente sobe, por convecção, o ar menos quente que está sobre o mar movimenta-se para ocupar o lugar do ar ascendente, formando a brisa marítima. À noite, o sentido se inverte porque a terra se resfria mais rapidamente do que o mar, ficando o ar mais quente, por sua vez, sobre o mar. A inversão térmica - O fenômeno natural da inversão térmica é uma alteração do sentido de movimentação das correntes atmosféricas, por convecção. Quando isso ocorre sobre as grandes cidades, temos um problema sério, porque é pela convecção que são espalhados os poluentes. Veja, a seguir, um texto extraído do site da Cetesb (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), que ilustra o que acontece nesse fenômeno. Irradiação - A irradiação ou radiação térmica é a propagação de calor na qual a energia (térmica) se transmite através de ondas eletromagnéticas. Nessa forma de propagação, a velocidade das ondas é extremamente elevada em vários meios materiais, como o ar, o vidro, a água. No vácuo, onde ela também ocorre (ao contrário da condução e da convecção), a velocidade de propagação é de quase 300 000 km/s (a mesma velocidade da luz e de todas as ondas eletromagnéticas). A energia radiante emitida por um corpo é propagada principalmente por raios infravermelhos; esse fato é útil no mapeamento de vegetações, sensores de presença etc. Ao final também será proposto que os alunos deem exemplos que aplicam o conceito estudado, podendo apresentar situações comuns em que experimentam fenômenos relacionados ao Calor.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação da aprendizagem se dará por meio do diálogo a partir das questões propostas ao longo da aula e exemplos apresentados pelos estudantes.
Recursos/materiais didáticos	• Projetor, notebook, imagens ilustrativas dos fenômenos estudados, quadro e Giz.

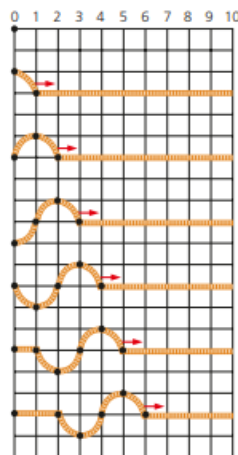
Referências

Yamamoto, Kazuhito. Física para o ensino médio, vol. 2: termologia, óptica, ondulatória / Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. -- 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ONDULATÓRIA

1ª aula - Introdução ao estudo de Ondas

Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	Introdução ao estudo de Ondas
Conteúdo	Em física, uma onda é toda perturbação que se propaga em um meio. Na propagação apenas a energia é transportada, não havendo transporte de matéria. Ondas estão sempre presentes em nossas vidas, existem ondas que podemos ouvir ou ver, mas também existem aquelas que não são visíveis e nem audíveis. Quando você está assistindo a um programa na TV, ouve-se o som por causa da propagação da onda sonora e vê-se a imagem na tela por causa da propagação da onda luminosa. O sinal que traz o som e a imagem até o seu aparelho é também uma onda, que você já conhece e é denominada eletromagnética; assim são todos os sinais de transmissão, inclusive do controle remoto da TV, da estação de rádio AM/FM, do telefone celular, do forno de micro-ondas etc. Além disso, ondas têm larga aplicação na Medicina para diagnosticar fraturas, tumores ou males, em aparelhos de raios X, de ultrassom, de ressonância etc. Existem ondas dos mais variados tipos quanto à origem e à natureza, todas elas possuem um fenômeno comum: propagam apenas energia e não transportam matéria. Um exemplo: se você jogar uma pedra na superfície da água de um lago, formam-se círculos concêntricos que se propagam. A perturbação se propaga transportando energia; se houver um corpo boiando na superfície, ele apenas executa um movimento de sobe e desce na vertical e não se desloca com a onda. O mesmo ocorre quando movimentamos para cima e para baixo a extremidade de uma corda esticada: enquanto a perturbação passa, cada ponto da corda oscila, mas volta ao estado inicial de equilíbrio. Ao fazer um rápido movimento oscilatório (MHS) vertical em uma das extremidades de uma corda esticada horizontalmente ou perturbar a superfície da água de um lago deixando cair uma pedra, daremos origem a ondas. A oscilação espacial é caracterizada pelo comprimento de onda e o tempo decorrido para uma oscilação é medido pelo período da onda, que é o inverso da sua frequência. Estas duas grandezas estão relacionadas pela velocidade de propagação da onda.

Figura 1: Propagação de uma onda em uma corda

Fonte: KAZUHITO; FUKU, 2016.

Fisicamente, uma onda é um pulso energético que se propaga através do espaço ou através de um meio (líquido, sólido ou gasoso). Segundo alguns estudiosos e até agora observado, nada impede que uma onda magnética se propague no vácuo ou através da matéria, como é o caso das ondas eletromagnéticas no vácuo ou dos neutrinos através da matéria, onde as partículas do meio oscilam à volta de um ponto médio, mas não se deslocam.

Natureza das ondas

As ondas podem ter natureza mecânica ou eletromagnética.

- **Ondas mecânicas:** resultam de deformações provocadas em meios materiais elásticos, transportando apenas energia mecânica. Por isso, as ondas mecânicas não se propagam no vácuo, mas apenas na matéria.
- **Ondas eletromagnéticas:** resultam de vibrações de cargas elétricas, transportando energia em “pacotes” que chamamos fótons ou quanta de energia. Sendo apenas energia, as ondas eletromagnéticas propagam-se no vácuo e em alguns meios materiais.

Figura 2: Na figura A, vemos a representação de uma onda transversal e, na figura B, a de uma onda longitudinal, ambas propagando-se em uma mola helicoidal.



Fonte: KAZUHITO; FUKU, 2016.

As ondas também podem ser classificadas quanto ao número de dimensões da propagação de energia em:

- **ondas unidimensionais:** a energia propaga-se linearmente, como na corda, que é um meio unidimensional;

- **ondas bidimensionais:** a energia propaga-se superficialmente, como na superfície da água, que é um meio bidimensional;
- **ondas tridimensionais:** a energia propaga-se no espaço, que é um meio tridimensional, como as ondas sonoras e as ondas luminosas (eletromagnéticas)

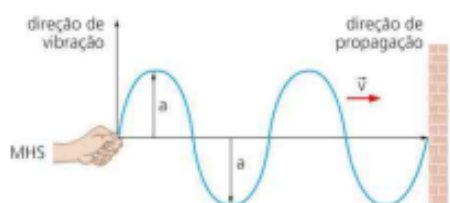
As ondas podem ser caracterizadas por:

- Comprimento de onda
- Frequência
- Amplitude
- Período
- Velocidade de propagação

Velocidade e comprimento de onda (λ)

Executando continuamente um MHS vertical, de pequena amplitude a , na extremidade de uma corda esticada na horizontal, ou tocando com uma haste a superfície livre da água em repouso, produzimos uma sequência de ondas periódicas ou trem de ondas, que se propaga com velocidade v constante. As figuras seguintes representam as configurações das ondas periódicas num instante t , após iniciado o movimento.

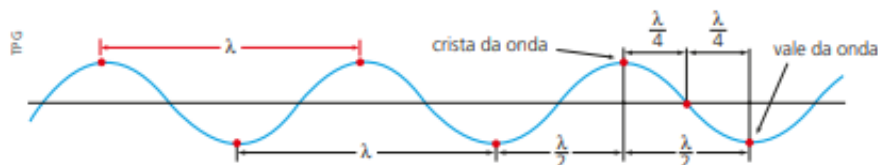
Figura 3: Ondas periódicas em uma corda



Fonte: KAZUHITO; FUKU, 2016.

- **Crista da onda:** O ponto mais alto da corda ou da água
- **Vale da onda:** O ponto mais baixo
- **Comprimento de onda (λ):** Corresponde à menor distância entre dois pontos da onda em concordância de fase, na direção de propagação. Como a distância entre duas cristas ou dois vales consecutivos, na direção de propagação. A distância entre uma crista e um vale consecutivos na direção de propagação é igual à metade de um comprimento de onda $\frac{\lambda}{2}$, e a distância entre uma crista ou um vale e a posição de equilíbrio é igual a um quarto do comprimento de onda $\frac{\lambda}{4}$.

Figura 4: Ondas: comprimento de onda e amplitude



Fonte: KAZUHITO; FUKU, 2016

Lembrando que cada ponto do meio material realiza, após certo tempo, o MHS original, dizemos que dois pontos estão em concordância de fase se ambos executarem simultaneamente o mesmo MHS, isto é, se tiverem a mesma elongação, a mesma velocidade e a mesma aceleração. Pontos em oposição de fase apresentam, no mesmo instante, elongações opostas. Nessas condições, podemos definir

	comprimento de onda como a distância entre dois pontos em concordância de fase na direção de propagação. Dessa maneira, duas cristas ou dois vales estão sempre em concordância de fase, e uma crista e um vale, sempre em oposição de fase. para a onda se deslocar de um comprimento de onda λ, necessita de um intervalo de tempo T. Pela definição da velocidade média: $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$. Sendo $v_m = v$, $\Delta s = \lambda$ e $\Delta t = T$, tem-se $v = \frac{\lambda}{T}$. Sabendo que o período é o inverso da frequência, obtemos a equação fundamental das ondas: $v = \lambda \cdot f$ Essa expressão da velocidade de propagação das ondas é válida tanto para ondas mecânicas como para ondas eletromagnéticas. Ocorrendo propagação no vácuo (ou no ar), a velocidade é sempre $v = c = 3 \cdot 10^8$ m/s; em outros meios materiais, tem valores menores característicos. Além disso, num dado meio homogêneo, a velocidade de propagação das ondas é constante e independe: • Amplitude da onda: está relacionada com a quantidade de energia transportada pela onda; • amplitudes pequenas ou grandes: indicam apenas que a energia transportada pela onda é menor ou maior e o seu tamanho é determinado pela fonte, que é o agente causador do movimento oscilatório; • A equação fundamental das ondas diz que frequência e comprimento de onda são inversamente proporcionais, ou seja, para uma dada velocidade de propagação, se uma dessas grandezas aumenta, a outra diminui, e vice-versa. (KAZUHITO; FUKU, 2016, p.237-241)
Justificativa	A compreensão do fenômeno das ondas é essencial para explicar uma ampla diversidade de acontecimentos presentes no cotidiano dos alunos e em diversas áreas da ciência. As ondas são um fenômeno fundamental que se manifesta em várias formas, desde as ondas sonoras que ouvimos até as ondas eletromagnéticas que permitem a transmissão de informações sem fio. Essa aula visa fornecer aos alunos as ferramentas conceituais necessárias para decifrar e interpretar o papel essencial das ondas em nossa vida diária.
Objetivos	Espera-se que os alunos compreendam o que são ondas, reconhecendo-as como perturbações oscilantes no espaço e no tempo. Além disso, se espera que sejam capazes de distinguir as diferenças entre diversos tipos de ondas (como as mecânicas e ondas eletromagnéticas).
Metodologias/Desenvolvimento	A palavra geradora dessa aula será “onda” por conta de sua ampla utilização cotidiana. No primeiro momento o docente escreverá uma frase contendo a palavra onda no centro do quadro e convidar os alunos pensarem no significado que ela tem. Exemplo de frase: "As ondas de rádio transmitem sinais para nossos dispositivos eletrônicos". A partir das respostas o docente perguntará aos alunos que significados a palavra Onda tem na vida deles e que deem exemplos de onde a palavra “onda” é utilizada (é esperado que eles falem sobre diversos exemplos de ondas: como a do mar, de

calor/frio etc.). Assim, os alunos são convidados participar de uma atividade sobre “máquina de ondas” que consiste em um material didático simples e de fácil produção descrita em anexo e representado na figura 3, a seguir:

Figura 5: Demonstração do experimento com a “máquina de ondas” na aula do Pré-ENEM do IFMG - OP



Fonte: Autoria própria

O docente deverá convidar três alunos a participarem da dinâmica. Cada aluno deverá ficar em uma das extremidades da fita no sentido horizontal de forma que a fita fique esticada. O aluno que sobrou deverá aplicar uma força com as mãos na fita, a fim de gerar uma perturbação e informar aos demais alunos o que ele observou.

O processo poderá ser repetido inúmeras vezes por outros alunos ali presentes, aplicando forças e velocidades variadas. Após a dinâmica os alunos são convidados a refletir sobre o que entenderam sobre "onda" e a compartilhar suas ideias e percepções.

O professor guiará a discussão, explorando as diferentes respostas dos alunos. Eles podem mencionar ideias relacionadas a movimento, vibração, propagação de energia etc.

A partir disso, o professor apresentará a definição de onda como uma perturbação oscilante de alguma grandeza física no espaço e periódica no tempo. Explicará que as ondas podem se propagar através do espaço ou de um meio, e destaca a relação entre comprimento de onda, período, frequência e velocidade de propagação. Assim, o professor conseguirá caracterizar as ondas em dois tipos principais: ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas. Explorará as características de cada tipo, destacando que as ondas mecânicas incluem ondas longitudinais e transversais.

Em seguida, será abordado as características fundamentais das ondas, como comprimento de onda, amplitude, frequência, período e velocidade de propagação. Usa ilustrações e exemplos para facilitar a compreensão.

Os alunos serão divididos em grupos e receberão diferentes imagens representando situações envolvendo ondas. Eles devem identificar nas figuras a seguir e marcar as características das ondas presentes nessas imagens, como a amplitude etc.

Figura 6: Antenas das Emissoras De Rádio Emitem Ondas Eletromagnéticas

Fonte : VoiceEdu

<https://testnewsframes.globalvoices.org/as-antenas-das-emissoras-de-radio-emitem-ondas-eletromagneticas/>

Figura 7: A perturbação que causou esse trem de ondas concêntricas foi produzida no centro comum dessas ondas.

Fonte: Física experimental – Graciana Sousa - <https://graciana-fisica.webnode.page/fisica-experimental/>

Por fim, o professor conduzirá uma discussão com base nas respostas dos grupos. Ele perguntará aos alunos sobre as características que identificaram e como as associam às propriedades das ondas (Esse é um bom momento para explicar a importância da frequência).

Ao longo da aula, o professor destacará a importância das ondas em diversas aplicações, como comunicações e tecnologias. Destacará o quão importante as ondas são, quando falamos em nos comunicar com pessoas há quilômetros de distância num intervalo de tempo de um piscar de olhos.

Então, ao final de tudo, o professor sintetizará os principais conceitos discutidos durante a aula e destacar a importância do entendimento das propriedades das ondas (como na música, na tecnologia, temperatura e outros). Os alunos terão percebido a formação do fenômeno ondas mecânicas, variação de amplitude, período e velocidade.

Avaliação da aprendizagem

A avaliação desta aula será realizada por meio de uma abordagem participativa, com ênfase na observação das respostas dos estudantes e como eles interagem com os conceitos aprendidos. A avaliação visa não apenas analisar o nível de compreensão, mas também incentivar a participação ativa e o desenvolvimento de

	correlação (como eles conseguem identificar fenômenos ondulatórios diferentes com um único conceito físico, por exemplo).
Recursos/Materiais Didáticos	1 pacote de Palito de churrasco 1 Durex largo 1 pacote de Jujuba
Referências	Yamamoto, Kazuhito. Física para o ensino médio, vol. 2: termologia, óptica, ondulatória / Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. -- 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016. PODER360, Disponível em: poder360: https://www.poder360.com.br/brasil/brasil-tera-onda-de-calor-com-maxima-de-43oc-no-centro-oeste/. Poder 360: Acesso: 7 de setembro. GRACIANA SOUZA Disponível em: https://graciana-fisica.webnode.page/fisica-experimental. Disponível em: Acesso em: 7 de setembro VOICEEDU Disponível em: https://testnewsframes.globalvoices.org/as-antenas-das-emissoras-de-radio-emitem-ondas-eletromagneticas/. Acesso: 7 de setembro

2ª aula - Ondas: Avaliação e revisão de conceitos - “Corrida ondulatória”

Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	Ondas: Avaliação e revisão de conceitos - “Corrida ondulatória”
Conteúdo	Os tópicos abordados durante o jogo de tabuleiro estarão centrados em conceitos fundamentais relacionados a Ondas, permitindo aos alunos uma experiência prática e dinâmica de aprendizado. Estes conceitos incluirão: • Tipos de Ondas: Longitudinais e Transversais, destacando as diferenças na direção da vibração em relação à propagação da onda. • Características das Ondas: Comprimento de onda, Amplitude, Frequência, Período e Velocidade de propagação. • Ondas Mecânicas e Eletromagnéticas: Compreensão das diferenças entre ondas que requerem um meio material para propagação (mecânicas) e aquelas que podem se propagar no vácuo (eletromagnéticas). Interferência e Interação: Entendimento de como diferentes tipos de ondas podem coexistir e interagir no mesmo ambiente, destacando as propriedades únicas de cada uma. Ao mesmo tempo, o jogo proporcionará uma revisão e aplicação prática dos conceitos fundamentais introduzidos
Justificativa	A aula com o jogo de tabuleiro não apenas reforçará os conhecimentos prévios, mas também estimulará a interação entre os alunos, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e duradoura sobre o fascinante mundo das ondas
Objetivos	Através do jogo de tabuleiro, espera-se que os estudantes consigam relacionar as características das ondas em contextos diversos, compreendendo o comportamento das ondas sonoras, ondas de calor e ondas eletromagnéticas. Ao final da aula, os alunos devem estar aptos a explicar e ilustrar como essas ondas estão presentes em fenômenos cotidianos.
Metodologias/Desenvolvimento	Nesta aula, a atividade avaliativa consistirá no jogo "corrida ondulatória". O jogo organizado em formato de tabuleiro terá uma trilha com diferentes desafios ao longo do percurso. Para cada parada no percurso, os grupos enfrentam perguntas relacionadas aos conceitos estudados nas aulas anteriores sobre ondas. O docente organizará a sala em grupos de aproximadamente 5 pessoas. <u>Preparativos:</u> • Coloque o tabuleiro em uma mesa centralizada na sala, permitindo que os grupos fiquem ao redor.

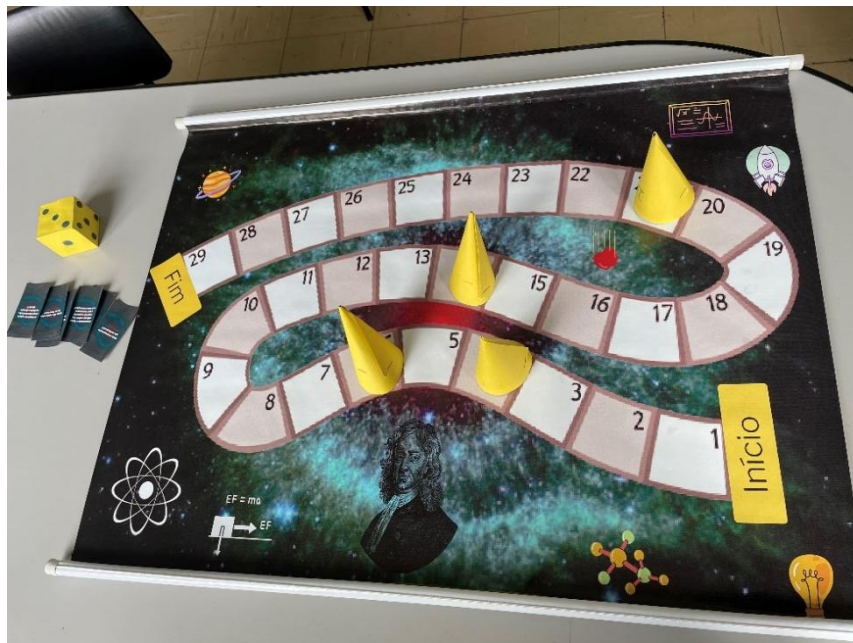
	• Disponibilize um peão em formato de onda para representar cada grupo. As perguntas serão dispostas em formato de cartas, embaralhadas e sorteadas a cada rodada por um membro do grupo. <u>Regras do Jogo:</u> • Cada erro ou acerto gerará uma consequência: avance duas casas, volte três casas etc. • Cada grupo será representado por uma onda (peão) que será movida ao longo do percurso. • Todos os membros do grupo poderão colaborar na construção da resposta correta, mas somente um representante do grupo dará a resposta final. • O grupo deverá definir a resposta correta dentro do tempo de 1 minuto ou conforme a necessidade observada pelo docente para permitir a discussão. • Não é permitido realizar pesquisa, pois o objetivo é valorizar o diálogo entre os participantes. • Para determinar quem começará, todos os grupos jogarão um dado, e o resultado organizará as equipes. • O dado também será necessário para que, a cada rodada, os grupos avancem casas no tabuleiro. Durante o jogo, o docente aproveitará os erros dos estudantes para tirar dúvidas e, quando necessário, complementar com exemplos. O foco é a aprendizagem dos conteúdos sobre ondas. Aos ganhadores, o docente pode propor brindes, mas é fundamental valorizar a participação de todos, promovendo um ambiente de aprendizado interativo e dinâmico. Exemplos de perguntas para as cartas: • Como a velocidade de uma onda está relacionada com sua frequência e comprimento de onda? • Diferencie ondas transversais de ondas longitudinais, dando exemplos específicos de cada tipo. • Explique como a música que você ouve (ondas sonoras) e o sinal do seu telefone celular (ondas eletromagnéticas) podem coexistir e se propagar no mesmo espaço. • Como as ondas transferem energia sem transportar matéria? • O que é uma onda? Responda evidenciando suas principais características.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação se dará por meio da observação e registro das respostas dos estudantes às perguntas do jogo.
Recursos / Materiais Didáticos	• Jogo de tabuleiro produzido nas sequências de mecânica • Dado • Folha de caderno • 1 caneta • Cartas com as perguntas • Cronômetro • Cones
Referências	Yamamoto, Kazuhito. Física para o ensino médio, vol. 2: termologia, óptica, ondulatória / Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. -- 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.



Observações

Anexo 1: jogo de tabuleiro

Figura 1: Exemplo de organização da mesa com o jogo



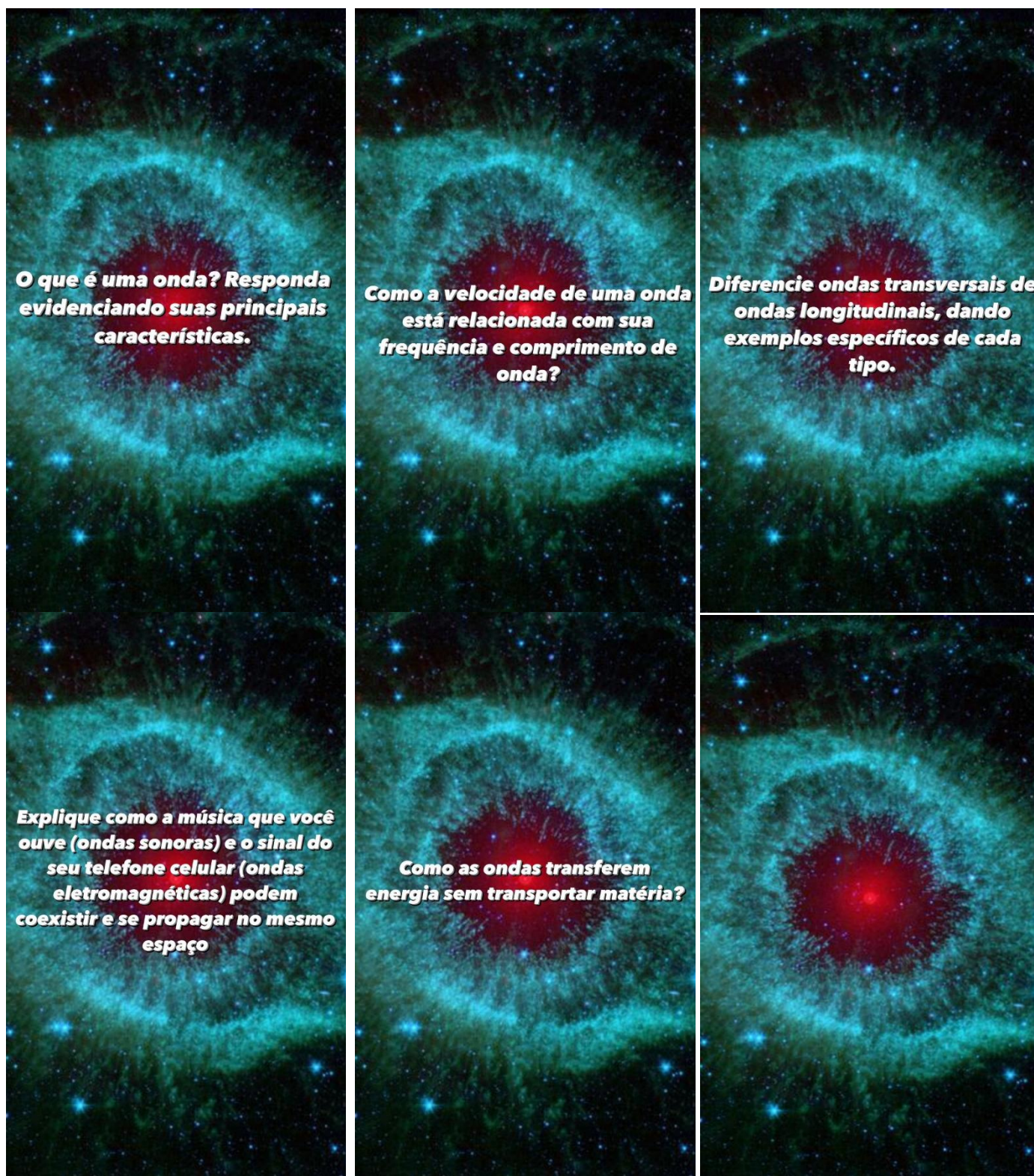
Fonte: autoria própria

Figura 2: Cones e dado feitos de cartolina para representação dos grupos



Fonte: autoria própria

Figura 3: exemplos de cartas com perguntas



Fonte: autoria própria

SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ÓPTICA

1ª aula - A importância da Luz no cotidiano

Instituição	-----
Turma/ano	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	A importância da Luz no cotidiano
Conteúdo	O segmento da Física que estuda a luz e os fenômenos luminosos é a Óptica. A palavra óptica vem do grego <i>optikḗ</i> e significa “relativo à visão”. Na Antiguidade clássica, filósofos gregos como Platão (428 ou 427-347 a.C.) e Aristóteles (384-322 a.C.) já se perguntavam: o que é a luz? Por que vemos um objeto? Nessa época, por exemplo, acreditava-se que os olhos emitiam partículas que tornavam visíveis os objetos — hoje se sabe que só conseguimos enxergar objetos se a luz for refletida ou emitida por eles. Desde então, muitos cientistas se entregaram à tarefa de explicar a natureza e o comportamento da luz. Conhecemos contribuições dos mais ilustres físicos do mundo nessa área, desde a Idade Média, quando já se conheciam os espelhos — com os quais Arquimedes incendiou toda uma esquadra romana na defesa da cidade de Siracusa, entre os séculos XII e XIII — e as lentes acabavam de ser inventadas. Experimentos de Leonardo da Vinci com câmaras escuras permitiram ampliar, inverter e mesmo fixar imagens. Galileu e Kepler construíram instrumentos ópticos e transformaram as lunetas, usadas na navegação, em nada menos que instrumentos para desvendar o céu inteiro, e nos permitiram compreender nossa posição no Sistema Solar e no Universo. Até aqui, o conhecimento acumulado permitia explicar todas as características da luz na sua trajetória de formação de imagens: esta parte da Óptica tem o nome de óptica geométrica. Mais tarde, Isaac Newton, Christian Huygens, Augustin Fresnel, Thomas Young e James C. Maxwell dedicaram-se a estudar a natureza da luz e descobriram assim que, dependendo da interação com a matéria ou a energia, a luz pode ser interpretada como um conjunto de partículas ou como ondas eletromagnéticas. A Óptica divide-se em óptica física — que estuda a natureza e as propriedades da luz, assim como seu comportamento ao interagir com objetos ou consigo mesma — e óptica geométrica — em que são vistos os fenômenos luminosos através da geometria, sem se importar com o caráter inato da luz. Luz é uma fração do espectro eletromagnético que impressiona os olhos. Como as ondas eletromagnéticas carregam energia e se propagam por radiação, é costume dizer que a luz é uma forma de energia radiante. Uma forma de representar as ondas irradiadas dos objetos são os segmentos orientados, denominados raios de luz, dirigidos do objeto para o observador. Raio de luz é a representação geométrica retilínea da trajetória da luz, com a indicação da direção e do sentido de sua propagação. Feixe de luz é um conjunto de raios de luz de uma mesma fonte. Fontes de luz - Os corpos que emitem ou refletem luz são fontes de luz. Como você já sabe, objetos podem irradiar energia em forma de luz por meio de processos físicos, químicos ou nucleares; nesse caso, chamamos tais objetos de fonte primária ou corpo luminoso. Tais fontes são sempre visíveis, já que seus raios luminosos

chegam diretamente aos nossos olhos. Uma fonte secundária ou corpo iluminado não possui luz própria. A Lua, os planetas, o livro de Física, a carteira, a caneta são exemplos de fontes que não possuem luz própria, pois eles apenas refletem a luz que recebem de algum corpo luminoso. Tais fontes só são visíveis se refletirem a luz recebida.

Figura 1: Luz refletindo em um objeto e a perspectiva do observador



Fonte: KAZUHITO; FUKU, 2016.

Meios ópticos - Já vimos que a luz é uma onda eletromagnética. Como você verá em detalhes, brevemente, todas as ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo na mesma velocidade, de aproximadamente 300 000 km/s, valor considerado uma das constantes fundamentais da natureza. Mas na matéria a situação é diferente: quando se propagam em diferentes meios materiais, dependendo de características como espessura, densidade, composição, as ondas eletromagnéticas encontram alguma dificuldade para atravessá-los, e com a luz não é diferente. Chamamos de meios ópticos os meios materiais em que se considera a propagação da luz. As condições em que essa propagação se realiza permitem classificar os meios ópticos de:

Transparente: é o meio óptico que permite a propagação regular da luz. Exemplos: ar, vidro comum, papel celofane etc.

O ar é, na maioria das vezes, um meio material transparente, que permite ao observador ver o objeto com nitidez.

transparente: é o meio óptico que permite a propagação regular da luz. Exemplos: ar, vidro comum, papel celofane etc.



O ar é, na maioria das vezes, um meio material transparente, que permite ao observador ver o objeto com nitidez.

translúcido: é o meio óptico que permite a propagação irregular da luz. Exemplos: vidro fosco, papel vegetal, tecido fino etc.



O meio material translúcido permite que o observador veja o objeto, mas não com nitidez.

opaco: é o meio óptico que não permite a propagação da luz. Exemplos: madeira, placa metálica, tijolo etc.



O meio material opaco não permite que o observador veja o objeto.

Fonte: KAZUHITO; FUKU, 2016.

Qualquer um desses meios materiais é dito homogêneo quando apresenta as mesmas propriedades físicas em toda a sua extensão; caso contrário, é dito heterogêneo. Quando a propagação da luz em um desses meios independe da direção tomada por ela, dizemos que o meio é isotrópico; caso contrário, dizemos que é anisotrópico.

(KAZUHITO; FUKU, 2016, p.116-119)

Justificativa	A Luz é um elemento fundamental para se compreender os estudos da óptica física e nessa aula pretendemos valorizar o sentido social que ela tem na vida cotidiana dos estudantes, contribuindo para que atribuam sentido e significado ao aprendizado de Física na escola.
Objetivos	Espera-se que os alunos compreendam a importância da Luz e que consigam visualizar de forma dinâmica sua real importância em nossa vida do cotidiano e a forma como vemos. Espera-se que os educandos compreendam o conceito de refração e consigam perceber como ela está presente em nosso cotidiano.
Metodologia/Desenvolvimento	Com os estudantes organizados em um semicírculo direcionado para o quadro, o docente iniciará perguntando aos estudantes “Qual é a importância da Luz na sua rotina?”. A partir da fala dos estudantes, o docente explorará o que é a Luz para a

	física é uma fração do espectro eletromagnético que impressiona os olhos. Como as ondas eletromagnéticas carregam energia e se propagam por radiação, é costume dizer que a luz é uma forma de energia radiante. Uma forma de representar as ondas irradiadas dos objetos são os segmentos orientados, denominados raios de luz, dirigidos do objeto para o observador. Então, o docente convidará dois estudantes para ajudar com uma atividade de observação: sobre uma mesa ele coloca uma caixa de papelão com um buraco que a princípio fica tapada e virado para a turma. Dentro dela tem uma planta (ex.: uma suculenta). Em seguida, pede que um aluno tente ver o que tem dentro da caixa através de um pequeno buraco na lateral direita da caixa e tente identificar o que há nela. Posteriormente, pedirá que ele escreva o que viu e se viu num papel e guarde segredo. Em seguida pede ao outro aluno que faça o mesmo. A caixa deve ficar bem fechada e o buraco deve ser bem pequeno, para que de fato entre pouca luz e eles não vejam nada com nitidez. Adiante, o docente pedirá a um dos ajudantes que abra um segundo buraco feito na lateral esquerda da caixa, acenda a lanterna do celular e direcione no buraco. O outro aluno deverá tentar ver o que tem na caixa. A proposta é simular a imagem expressa no conteúdo em que o observador visualiza a árvore através da luz da lâmpada. Os alunos deverão mostrar o que tem na caixa e discutir porque só conseguiram ver o que tinha após a luz da lanterna entrar na caixa. O docente então falará sobre observador e fontes de luz, dialogando com as respostas dos alunos e a importância da luz no dia a dia: para ver, para plantar, para viajar, para dirigir, para comer, para dormir e acordar, entre outros. Os alunos poderão dar exemplos de fontes diferentes de luz. Em seguida o docente apresentará o que são raios e feixes de luz. Então, perguntará aos alunos se a luz se propaga igual em todos os meios que ela encontra pelo caminho? A partir da resposta dos alunos, o docente abrirá uma das janelas da sala e pedirá que analisem e anotem o que acontece com a luz; fechará a janela e perguntará o que acontece com a luz novamente através do vidro; e por fim, tapará a janela com uma cortina ou um papelão, e pedirá que também analisem e anotem o que acontece. Então fará um registro no quadro discutindo os tipos de meios de propagação da luz a partir das respostas das análises dos estudantes. Se não tivermos outras fontes de luz, não vemos os objetos da sala por exemplo.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação se dará por meio das respostas dadas pelos alunos no questionamento inicial e ao longo da aula. Além disso, também será avaliada a análise que farão da observação proposta.
Recursos/materiais didáticos	Caixa de papelão, lanterna do celular, planta, quadro e giz.
Referências	Yamamoto, Kazuhito. Física para o ensino médio, vol. 2: terminologia, óptica, ondulatória / Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. -- 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.
Observações	

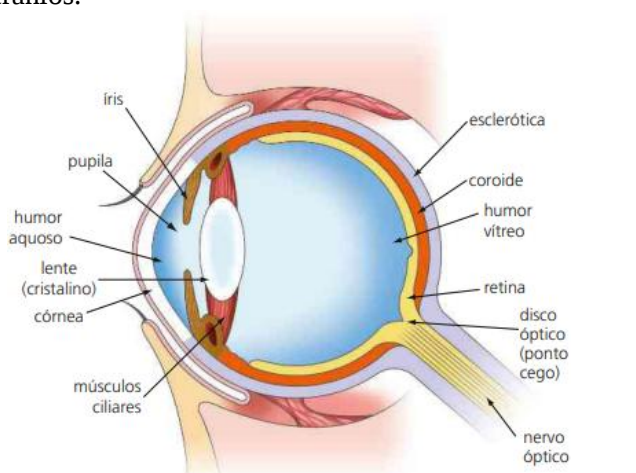
Anexo 1 – Fotos do experimento

Figura: Fotos da atividade realizada com a caixa



Fonte: autoria própria

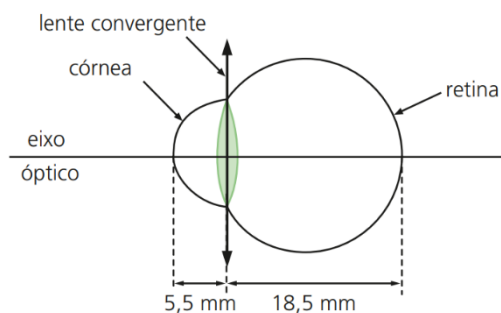
2ª aula - Óptica – o olho humano e a relação com a câmera fotográfica

Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	Óptica – o olho humano e a relação com a câmera fotográfica
Conteúdo	Estrutura do globo ocular Na figura abaixo está apresentado uma estrutura de um globo ocular em corte longitudinal. Os olhos são praticamente esféricos e por isso recebem o nome de globos e estão alojados e protegidos dentro das cavidades orbitais da face, como são vistas nos crânios.  • Córnea: membrana transparente em forma de calota esférica, localizada na frente da íris. • Íris: é a parte colorida do olho. • Pupila: de formato circular, é a abertura central da íris. Conforme a luminosidade do ambiente, ela varia de diâmetro, controlando, assim, a quantidade de luz que entra no olho. • Lente (cristalino): estrutura transparente com formato de lente biconvexa. É o principal elemento refrator do olho. • Coróide: camada intermediária entre a esclerótica e a retina, é percorrida por vasos sanguíneos que funcionam como “canal de nutrição” da retina. • Humor aquoso: líquido transparente que determina a pressão intraocular. • Humor vítreo: substância transparente, incolor e gelatinosa que, sob pressão, mantém a forma esférica do olho. • Músculos ciliares: músculos que sustentam a lente e são responsáveis pela modificação dos raios de curvatura dela. • Esclerótica: membrana opaca que envolve quase todo o globo ocular. • Retina: camada de natureza nervosa, sensível à luz, que está ligada ao nervo óptico. • Nervo óptico: estrutura que transmite para o cérebro as sensações luminosas captadas pela retina. • Disco óptico (ponto cego): ponto de convergência das fibras nervosas que compõem a retina com o nervo óptico. Esse ponto é insensível à luz; portanto, nele não se formam imagens Comportamento — óptico do globo ocular

Quando os raios luminosos provenientes de um objeto chegam ao globo ocular, eles penetram pela córnea, convergem e atingem a retina, local onde a imagem real e invertida se forma. Para que possamos enxergar o objeto com nitidez, essa imagem deve cair exatamente sobre a retina.

Até chegar à retina a luz atravessa, pela ordem, os seguintes meios transparentes: o humor aquoso, a lente e o humor vítreo

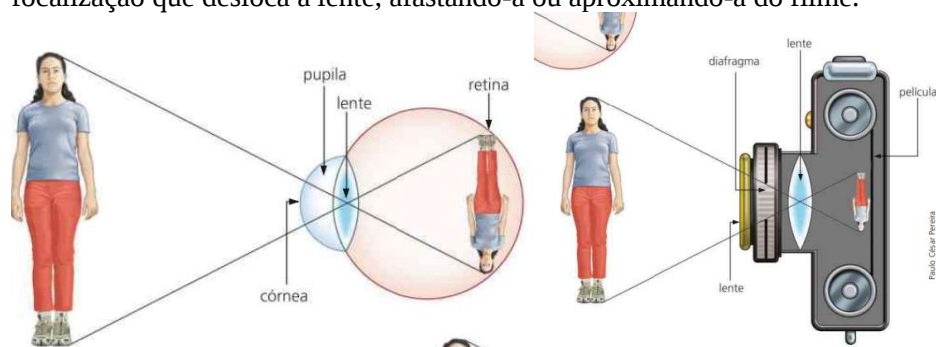
Pela complexidade de se traçar a trajetória dos raios luminosos através desses meios, convencionou-se representar todos eles por meio de uma única lente convergente, de distância focal variável, no chamado olho reduzido. E será com o olho reduzido que iremos estudar a óptica da visão.



No olho reduzido (que pode ser comparado a uma máquina fotográfica) a lente convergente conjuga imagens reais e invertidas exatamente sobre a retina.

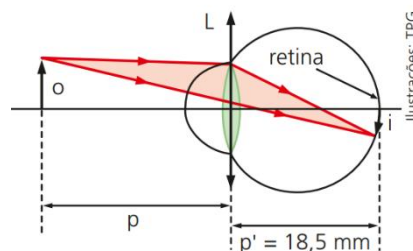
A pupila regula a quantidade de luz que penetra no olho: se o ambiente está com pouca luz ela se dilata; caso contrário, a pupila se contrai. Essa função é exercida pelo diafragma na máquina fotográfica, e o filme fotossensível corresponde à retina do olho.

A diferença fundamental entre o olho e a máquina está no valor da distância focal f de cada uma das lentes: no olho humano f é variável, devido ao movimento dos músculos ciliares que se contraem ou relaxam, e, na máquina fotográfica, f é constante — por esse motivo, a máquina fotográfica possui o mecanismo de focalização que desloca a lente, afastando-a ou aproximando-a do filme.



Acomodação visual

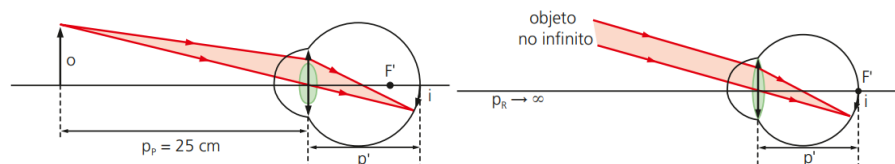
Na figura abaixo, temos o esquema de um objeto a uma distância p qualquer da lente L e a sua respectiva imagem conjugada sobre a retina.



Aplicando a equação de Gauss, $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$ e analisando-a, verificamos que se o objeto for afastado ou aproximado da lente, ou seja, alterando o valor de p , f sofre variação, visto que p é constante.

A essa variação da distância focal da lente, para se obter imagens nítidas na retina, dá-se o nome de acomodação visual. A imagem é sempre real, invertida e menor que o objeto.

As pessoas emetropes, isto é, de visão normal, têm a capacidade de acomodar visualmente objetos entre a distância mínima de 25 cm do olho até o infinito. A primeira distância corresponde ao ponto próximo e a segunda, ao ponto remoto.



- Ponto próximo (de abscissa P_p): mínima distância de visão distintas que uma pessoa pode ter. Nessa situação, os músculos ciliares estão contraídos ao máximo (“olhar esbugalhado”). A lente do olho está comprimida ao máximo e sua curvatura é mínima, tendo, portanto, a mínima distância focal.
- Ponto remoto (de abscissa P_r): máxima distância de visão distinta que uma pessoa pode ter. Nessa situação, os músculos ciliares estão completamente relaxados (“olhar de peixe morto”). A lente do olho está sem nenhuma compressão e sua curvatura é máxima, tendo, portanto, a máxima distância focal.

A amplitude de acomodação visual (a) é o número de dioptrias determinado pela variação da vergência da lente do olho, ao se ver algum objeto inicialmente colocado no seu ponto próximo e, em seguida, no seu ponto remoto.

Assim, para determinar a amplitude de acomodação visual, considere $V_1 = \frac{1}{p_p}$ e $V_2 = \frac{1}{p_r}$ as vergências da lente do olho para um objeto que está situado primeiro no seu ponto próximo e, depois no ponto remoto.

Como a amplitude de acomodação visual é dada entre essas duas

$$a = V_1 - V_2 \Rightarrow a = \frac{1}{p_p} - \frac{1}{p_r}$$

vergências, temos:

Para o emetropo, que possui $P_p = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$ e P_r , a amplitude vale:

$$a = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{\infty} = 4 - 0 \Rightarrow a = +4 \text{ di}$$

	Portanto, a amplitude de acomodação visual de uma pessoa de visão normal é de 4 dioptrias. Esse valor é chamado de normal, e trata-se da maior amplitude possível. (KAZUHITO; FUKU, 2016, p.214-215)
Justificativa	A compreensão do fenômeno de lente é essencial para explicar uma ampla diversidade de acontecimentos presentes no cotidiano dos alunos e em diversas áreas da ciência. Essa aula visa fornecer aos alunos as ferramentas conceituais necessárias para decifrar e interpretar o papel essencial das lentes e da luz em nossa vida. Além da explicação do funcionamento do olho humano.
Objetivos	Espera-se que os alunos compreendam os fenômenos ópticos existentes no olho humano. Além disso, se espera que sejam capazes de compreender e o funcionamento do olho humano e qual o mecanismo por trás dele.
Metodologias/Desenvolvimento	No primeiro momento: O docente organizará a sala em semicírculo ao redor de uma mesa, que ficará posicionada ao centro da sala com alguns objetos como: caixa de sapato, lupa, papel vegetal. Em seguida, o docente lançará o seguinte questionamento: “Como conseguimos captar a luz? Possíveis respostas: com os olhos, através da visão...” A partir daí o docente explicará quais são as partes do olho humano, e como ele funciona, e ainda mostrar que o olho humano pode ser comparado com uma máquina fotográfica, onde além de convergente conjuga imagens reais e invertidas exatamente sobre a retina. A pupila regula a quantidade de luz que penetra no olho: se o ambiente está com pouca luz ela se dilata; caso contrário, a pupila se contrai. Essa função é exercida pelo diafragma na máquina fotográfica, e o filme fotossensível corresponde à retina do olho. Logo o professor poderá utilizar slides ou impressões com as imagens:

	A partir daí o docente perguntará aos alunos: qual a semelhança entre o olho humano e a câmera fotográfica? Enquanto os alunos respondem, o docente anotarás as falas como uma nuvem de palavras e fazer uma reflexão com os alunos sobre cada item. No quarto momento, será a produção da câmera fotográfica. Com os materiais que estavam expostos em cima da mesa. Mas antes de começar a produção da câmera o docente explicará que só conseguimos enxergar devido a Luz. É importante ressaltar que as câmeras fotográficas são semelhantes aos olhos humanos para processar a luz. Montagem da câmera: • Primeiramente deve-se pegar a caixa de sapato de aproximadamente 30x20 cm e fazer em sua extremidade um furo quadro de 15x15 cm, na outra extremidade da caixa fazer um furo circular do diâmetro da lente da lupa que será utilizada. • Logo em seguida deve-se pegar o papel cartão e fazer um cilindro com o mesmo diâmetro do furo da caixa, e com fita adesiva prender o cilindro na lupa de forma que ela fique na ponta. • Depois deve-se cortar o papel vegetal e colar na extremidade do furo quadro 15x15 cm. • Em seguida, colocar o cilindro no furo e circular e a câmera já estará pronta para o experimento. Modo de uso: Para o bom funcionamento da câmera, é necessário que o ambiente precisa estar bem iluminado. O docente deverá sair com a turma da sala de aula e pedir que eles apontem a câmera para algum objeto “árvore, poste e etc.” e deixe-os observar a imagem se formando no papel vegetal. Ao mexer com o cilindro para frente e para trás com a caixa é possível ajustar o foco da imagem e uma melhor visibilidade dos objetos. Em seguida o docente retomará com os alunos para dentro da sala de aula e perguntar aos alunos o que eles observaram. No início irá ocorrer estranhamento, pois a imagem se formará de cabeça para baixo. Para concluir o docente pedirá aos alunos que descrevam qual a relação entre o olho humano e a máquina fotográfica.
Avaliação da aprendizagem	Avaliação se dará por meio das respostas dadas pelos alunos no questionamento inicial e ao longo da aula. Além disso, também será avaliada a análise que farão da observação proposta, a interação dos educandos com a prática e a descrição dos educandos sobre a relação entre o olho humano e a máquina fotográfica.
Recursos/materiais didáticos	Quadro, giz, câmera; 1 caixa de sapato, um tubo de 20cm, 1 lupa, papel vegetal, fita adesiva, cola escolar, tesoura
Referências	Yamamoto, Kazuhito. Física para o ensino médio, vol. 2: termologia, óptica, ondulatória / Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. -- 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.
Observações	

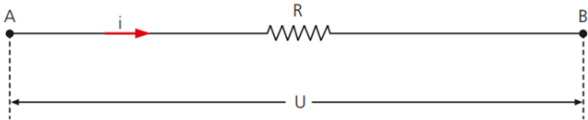
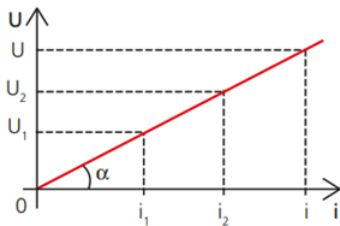
Figura: Foto de uma aluna do Pré-ENEM fazendo uso da câmera



Fonte: autoria própria

SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ELETROMAGNETISMO

1ª aula – Lei de Ohm a partir do funcionamento do chuveiro

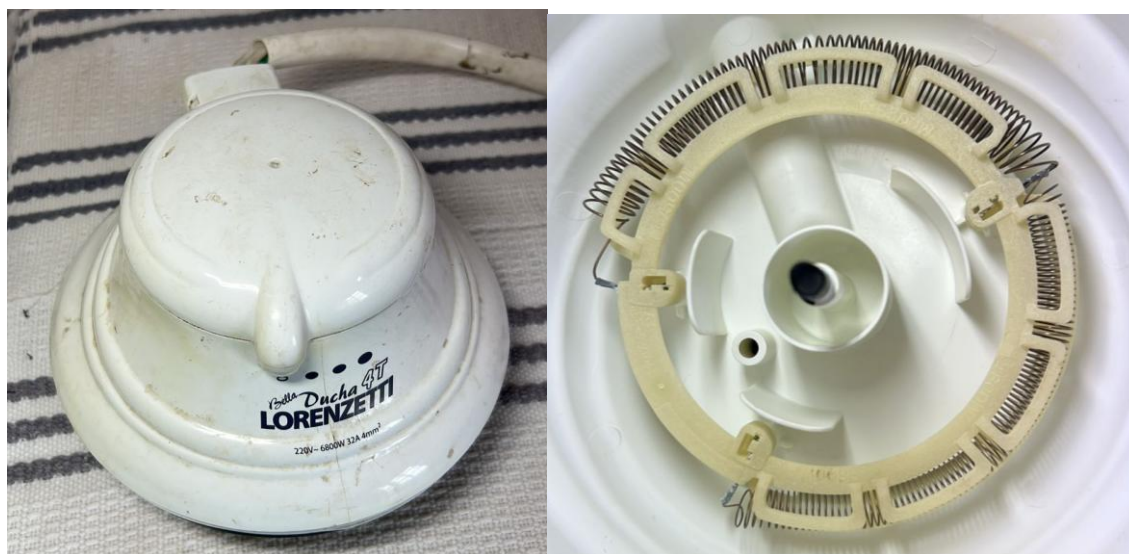
Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	Lei de Ohm a partir do funcionamento do chuveiro
Conteúdo	Primeira Lei de Ohm - Resistência Aplicando uma ddp U nos terminais de um resistor, sabemos que ele é percorrido por uma corrente elétrica i. Georg Simon Ohm (1789-1854) demonstrou experimentalmente que, se a temperatura do resistor permanecer constante, a intensidade de corrente i mantém-se diretamente proporcional à ddp U empregada: $U = R \cdot i$  Essa expressão é conhecida como Primeira Lei de Ohm, na qual a constante de proporcionalidade, característica do resistor, é justamente a resistência elétrica R. Um resistor ôhmico, portanto, é aquele que obedece à seguinte curva característica:  Em que: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{U_1}{i_1} = \frac{U_2}{i_2} = \dots = \frac{U}{i} = R$ No SI a unidade de medida da resistência elétrica é o ohm (Ω). O quilo-ohm (k Ω) corresponde a 1000 Ω: 1 k Ω = 1000 Ω. Sendo $\begin{cases} U = 1 \text{ V (volt)} \\ i = 1 \text{ A (ampère)} \end{cases}$ e $R = \frac{U}{i}$, temos: $R = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 1 \Omega \text{ (ohm)}$. Esse resultado fornece também a interpretação da unidade de resistência: 1 ohm é a resistência de um resistor que, sob ddp de 1 volt, é atravessado por corrente de 1 ampère. (KAZUHITO; FUKU, 2016, p. 109)

Justificativa	A compreensão da 1ª lei de Ohm é essencial para explicar uma ampla diversidade de acontecimentos presentes no cotidiano dos alunos e em diversas áreas da ciência. Além disso, a lei de Ohm é fundamental para entender os conceitos de tensão, corrente e resistência e a relação entre elas. Essa aula visa fornecer aos alunos as ferramentas conceituais necessárias para decifrar e interpretar o papel da 1ª lei de Ohm através da nossa vida diária, através do funcionamento do chuveiro.
Objetivos	Espera-se que os alunos compreendam como a lei de Ohm está presente em nosso dia a dia, percebendo a relação entre resistência, tensão e corrente por meio do funcionamento de um chuveiro elétrico.
Metodologias/Desenvolvimento	Inicialmente o professor organizará a sala em um semicírculo em volta de uma mesa na qual estarão dispostos 4 chuveiros elétricos. Em seguida o docente apresentará a 1ª lei de Ohm, $U = R \cdot i$, que diz que tensão é igual o produto da resistência pela corrente e dizer que ela está presente em nosso dia a dia e perguntar se os alunos conseguem pensar em exemplos. No segundo momento o docente separará a sala em quatro grupos e entregar um chuveiro para cada grupo, deixando-os explorarem cada objeto e explicará que cada grupo ficará responsável por explicar uma parte do funcionamento do chuveiro. Os grupos devem tentar explicar alguns questionamentos: Grupo 1 - Qual a função da resistência? Grupo 2 - Qual é a função do cursor do chuveiro? Grupo 3 - Quando a água para, por que o chuveiro desliga? Grupo 4 - Por que o fio do chuveiro tem que ser mais grosso?" Os grupos deverão escrever numa folha a explicação que consideram correta e apresentar em seguida para a turma toda, os outros grupos poderão complementar ou discordar da explicação, e a resposta para as perguntas poderá sofrer alterações de acordo com essa interação entre os grupos. Após todos os grupos apresentarem suas respectivas respostas, o docente deverá utilizar o simulador para explicar como a lei de Ohm funciona e está presente no funcionamento de um chuveiro. Para finalizar o docente explicará que está presente em nosso dia a dia em diversos produtos como o secador de cabelo, ferro passar, forno elétrico, fritadeira e no funcionamento do chuveiro que eles tiveram a oportunidade de ver as peças. O docente, então, concluirá mostrando o chuveiro e retomando que para que ele funcione é necessária uma resistência, cujo papel é permitir a passagem de corrente elétrica para que em contato com a água, ela aqueça. No entanto, outra parte importante do chuveiro é o cursor. Por meio dele, podemos escolher se queremos a água com a temperatura mais alta ou mais baixa, ou desligada, geralmente relacionadas as estações do ano (inverno e verão). Mudando o sentido do cursor, escolhemos em qual resistência (maior ou menor) a corrente passará. Além disso, quando não há água corrente circulando dentro do chuveiro, ou seja, quando fechamos o registro de água, ele tem um mecanismo que automaticamente interrompe a passagem de corrente. Por fim, é por isso que o fio do chuveiro elétrico normalmente é mais grosso, para permitir uma maior passagem de corrente, evitando que o chuveiro queime.

Avaliação da aprendizagem	A avaliação desta aula será realizada por meio de uma interação e da apresentação dos grupos, com ênfase na observação das respostas dos estudantes e como eles interagem com os conceitos estudados.
Recursos/materiais didáticos	• Quadro • Giz • Folha em branco • Lápis ou caneta • Chuveiro · Computador • Projetor • Simulador • Internet
Referências	Yamamoto, Kazuhito Física para o ensino médio, vol. 3: eletricidade, física moderna / Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. -- 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016. Simulador PHET. Disponível em: < https://phet.colorado.edu/sims/ohms-law/ohmslaw_pt_BR.html >. Acesso em: 10 set de 2023
Observação	

Anexo 1

Figura 1: Foto de um dos chuveiros e resistência usados nesta aula



Fonte: autoria própria

2ª aula – Resistências

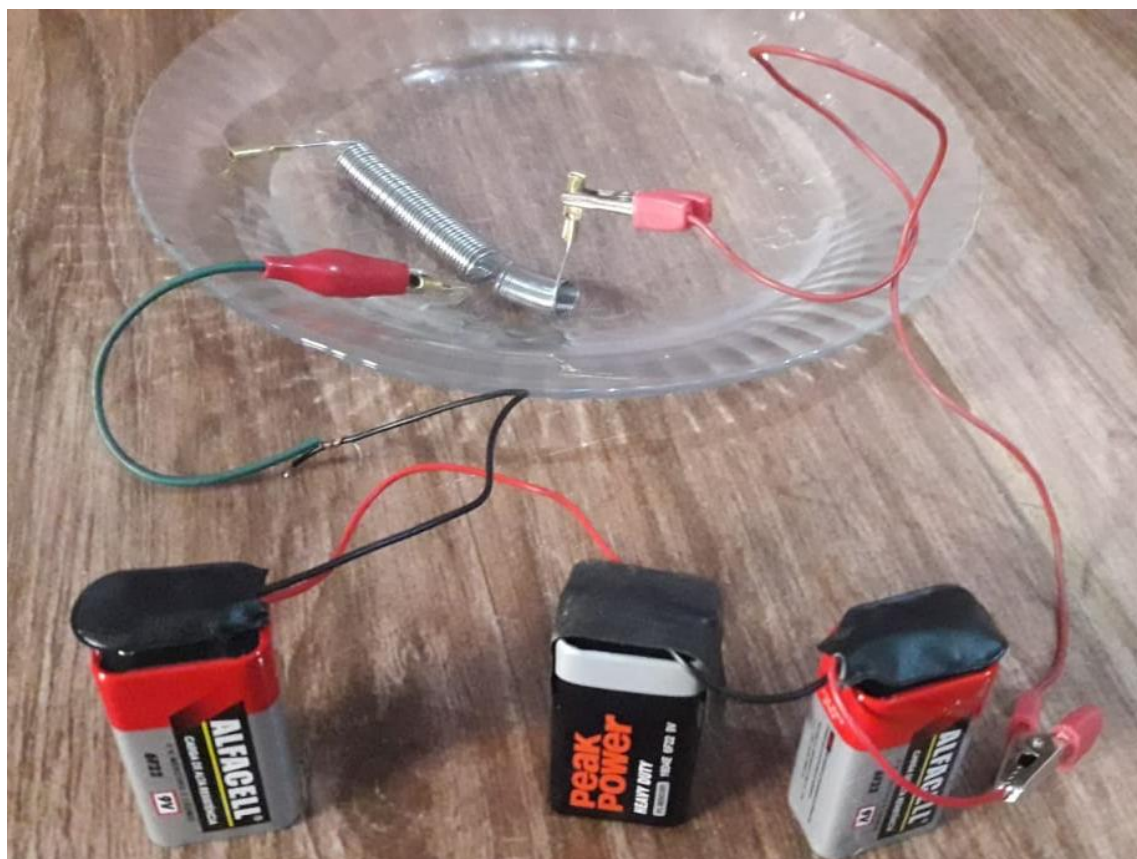
Instituição	-----																		
Turma	-----																		
Carga-horária	50 min																		
Docente	-----																		
Disciplina/Área	Física																		
Tema	Resistências																		
Conteúdo	Variação da resistividade com a temperatura A resistividade de um material modifica-se com a temperatura que ele alcança. Com a ampliação da temperatura, verifica-se uma intensificação na agitação das partículas do resistor. Isso faz com que os elétrons livres da corrente tenham um número maior de colisões, ocasionando um aumento na resistividade. Sendo ρ_0 a resistividade do resistor na temperatura θ_0 (ambiente), sua intensidade na temperatura θ (de até 400 °C) é expressa por: $\rho = \rho_0 [1 + \alpha(\theta - \theta_0)]$ em que α é uma constante denominada coeficiente de temperatura (unidade: °C⁻¹), que depende da natureza do material. Desprezando-se a dilatação térmica do resistor, sua resistência elétrica é determinada pela resistividade do material e também depende de sua temperatura, de acordo com a expressão: $R = R_0 [1 + \alpha(\theta - \theta_0)]$ Sob ddp constante, um resistor metálico, ao ser aquecido, tem sua resistividade aumentada; em decorrência, eleva-se sua resistência elétrica. Assim, de acordo com a Primeira Lei de Ohm, há uma diminuição da intensidade da corrente elétrica. A tabela abaixo fornece a resistividade a 20 °C e o coeficiente de temperatura de alguns metais <table><tr><th>Material</th><th>Resistividade a 20 °C (em $\Omega \cdot m$)</th><th>Coeficiente de temperatura (°C⁻¹)</th></tr><tr><td>alumínio</td><td>$2,8 \cdot 10^{-8}$</td><td>$3,9 \cdot 10^{-3}$</td></tr><tr><td>cobre</td><td>$1,7 \cdot 10^{-8}$</td><td>$3,9 \cdot 10^{-3}$</td></tr><tr><td>ferro</td><td>$1,0 \cdot 10^{-7}$</td><td>$5,0 \cdot 10^{-3}$</td></tr><tr><td>prata</td><td>$1,6 \cdot 10^{-8}$</td><td>$3,8 \cdot 10^{-3}$</td></tr><tr><td>tungstênio</td><td>$5,6 \cdot 10^{-8}$</td><td>$4,5 \cdot 10^{-3}$</td></tr></table> Fonte: Lide, David R. (editor-chefe). CRC Handbook of Chemistry and Physics. 90. ed. Flórida: CRC Press LCC, 2009. (KAZUHITO; FUKU, 2016, p. 112-113)	Material	Resistividade a 20 °C (em $\Omega \cdot m$)	Coeficiente de temperatura (°C ⁻¹)	alumínio	$2,8 \cdot 10^{-8}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$	cobre	$1,7 \cdot 10^{-8}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$	ferro	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	prata	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	tungstênio	$5,6 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
Material	Resistividade a 20 °C (em $\Omega \cdot m$)	Coeficiente de temperatura (°C ⁻¹)																	
alumínio	$2,8 \cdot 10^{-8}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$																	
cobre	$1,7 \cdot 10^{-8}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$																	
ferro	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$																	
prata	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$																	
tungstênio	$5,6 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$																	
Justificativa	Essa aula visa fornecer aos educandos ferramentas conceituais através de uma atividade prática e lúdica. necessárias para decifrar e interpretar o papel da resistência, da variação da resistividade com a temperatura. E entender que como elas estão presentes em nosso dia a dia.																		
Objetivos	Espera-se que os alunos compreendam como a lei de ohm está presente em nosso dia a dia, percebendo a relação entre o tamanho da resistência e a temperatura																		

Metodologias/Desenvolvimento	No primeiro momento o docente começará lembrando o que foi trabalhado na aula do funcionamento do chuveiro dando ênfase na palavra resistência e possíveis significados para ela. Exemplos: impedimento, dificuldade, suporte etc. Em seguida ele organizará a sala em semicírculo, levará novamente um chuveiro e desmontará com a turma. O docente tirará a resistência do chuveiro e realizará uma prática com os educandos que consiste em fazer uma associação em uma série de pilha. Para isso será necessária 1 resistência de chuveiro simples de um circuito direto fechado, conforme a figura 1, a seguir: Figura 1: Resistência de chuveiro  Fonte: https://www.montatudo.com/banheiro/resistencia-para-chuveiro-lorenzetti-127v O docente precisará também de 3 baterias 9v, ligadas em serie, uma vasilha de vidro com 300 ml de água. A prática consistirá em deixar as resistências funcionarem na água por cerca de 2 min cada e avaliar com o tato para perceber o que aconteceu com a temperatura da água quando mudamos o tamanho da resistência. A partir daí, o docente fará algumas questões: • O que aconteceu quando mudamos o tamanho da resistência? • O que podemos concluir com a prática realizada? A conclusão que precisamos chegar é que ao aumentar o tamanho da resistência a temperatura diminui. Por isso, podemos controlar a temperatura da água do nosso banho. Isso acontece porque, pela lei de Ohm, $U = R \cdot i$. Logo, a corrente é inversamente proporcional a resistência. Ou seja, se a resistência for grande, a corrente é pequena. Usando essa regra, quanto mais curta for a resistência, maior será a corrente circulando por ela, consequentemente, maior será a quantidade de calor gerado.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação se dará por meio da participação dos educandos durante a prática e das respostas dadas aos questionamentos.
Recursos/materiais didáticos	• 1 Chuveiro • 1 Resistência • 3 baterias 9v • 1 Vasilha de vidro • 500 ml - Água • 20cm Fio (0,50 mm)

	• 2 uni Conector jacaré
Referências	Yamamoto, Kazuhito Física para o ensino médio, vol. 3: eletricidade, física moderna / Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. -- 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.
Observação	

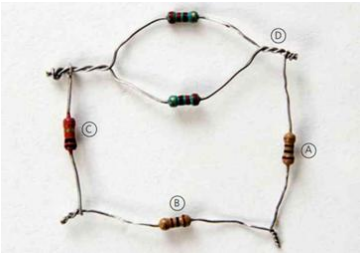
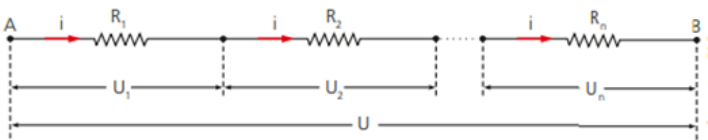
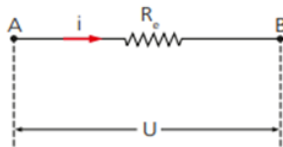
Anexo 1 – montagem do circuito

Figura 1: Foto da montagem do experimento realizado nesta aula



Fonte: autoria própria

3ª aula – Circuitos - associação de resistores

Instituição	-----
Turma	-----
Carga-horária	50 min
Docente	-----
Disciplina/Área	Física
Tema	Circuitos - associação de resistores
Conteúdo	Associação de resistores Uma associação de resistores consiste em resistores ligados ao mesmo circuito. Em uma residência, lâmpadas e diversos aparelhos elétricos formam uma associação de resistores.  Fig. 1 Circuito de associação de resistores Os resistores podem ser associados em série, em paralelo ou de forma mista. Qualquer que seja o tipo de associação, existe sempre um resistor “único”, de resistência equivalente (R_e), que tem o valor correspondente a todos os resistores componentes da associação. Esse resistor é chamado resistor equivalente, e a resistência equivalente é o valor da resistência que, substituindo todos os resistores do conjunto, deixa passar a mesma corrente. Associação em série Nesse tipo de associação, todos os resistores devem ser percorridos pela mesma intensidade de corrente. Entretanto, as ddp's entre os extremos de cada um serão diferentes, se os resistores associados forem diferentes. Abaixo, temos n resistores de resistências, respectivamente, R_1, R_2, ..., R_n associados em série.  Fig.1 Associação em série  Fig.2 Resistor equivalente Verifica-se que a ddp total da associação é a soma das ddp's parciais devidas a cada resistor: $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ Aplicando a Primeira Lei de Ohm em cada resistor associado e somando os termos membro a membro, temos:

	$ \begin{aligned} U_1 &= R_1 \cdot i \\ U_2 &= R_2 \cdot i \\ &\dots + \\ U_n &= R_n \cdot i \end{aligned} $ $U_1 + U_2 + \dots + U_n = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + \dots + R_n \cdot i \Rightarrow U = (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \cdot i \text{ (I)}$ Aplicando a Primeira Lei de Ohm no resistor equivalente, temos: $U = R_e \cdot i \text{ (II)}$ Da igualdade das expressões (I) e (II), obtém-se: $R_e \cdot i = (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \cdot i \Rightarrow R_e = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ Essa é a expressão para se calcular a resistência equivalente de uma associação em série de resistores. Quando n resistores iguais, de resistência R cada, estiverem associados em série, a resistência equivalente será: $R_e = \overbrace{R + R + \dots + R}^{n \text{ vezes}} = n \cdot R$ (KAZUHITO; FUKU, 2016, p. 118 - 120)
Justificativa	A compreensão do fenômeno das ondas é essencial para explicar uma ampla diversidade de acontecimentos presentes no cotidiano dos alunos e em diversas áreas da ciência. As ondas são um fenômeno fundamental que se manifesta em várias formas, desde as ondas sonoras que ouvimos até as ondas eletromagnéticas que permitem a transmissão de informações sem fio. Essa aula visa fornecer aos alunos as ferramentas conceituais necessárias para decifrar e interpretar o papel essencial das ondas em nossa vida diária.
Objetivos	Espera-se que os alunos compreendam, análise e discuta a relação dos tipos de circuitos, presentes na atividade. Através de uma atividade experimental, a fim de promover a interação entre os educandos.
Metodologias/Desenvolvimento	Inicialmente o professor organizará a sala em um semicírculo em volta de uma mesa na qual estarão apresentados diversos componentes eletrônicos: lâmpada, pilha, bateria, resistores, capacitores, geradores, condutores e indutores. Posteriormente, o escreverá no quadro a palavra geradora “Circuito” e perguntará aos alunos “O que é um circuito?”, convidando-os a descrever o que eles sabem sobre o tema. As anotações serão escritas em formato de nuvem de palavras, explorando conhecimento prévio dos estudantes. Como exemplos de possíveis respostas para circuito temos: circuito de corrida, algo fechado, caminho, algo circular etc. Em seguida o docente apresentará os itens eletrônicos disponíveis na mesa. No segundo momento o docente definirá com os alunos o conceito de circuito elétrico. Experimento: Dividir a turma em 3 grupos e disponibilizar para cada grupo um kit com lâmpada, soquetes, pedaços de fio, bateria. Os experimentos serão: circuito em série, circuito paralelo, circuito misto. Após o experimento, o docente fará perguntas norteadoras: • Quais as características de um circuito? • Qual é a diferença que eles notaram entre os tipos de circuitos? Os educandos voltarão à sala em semicírculo para uma roda de conversa na qual refletirão sobre o “Qual a diferença de montagem de cada grupo e qual a consequência disso”.
Avaliação da aprendizagem	A avaliação desta aula será realizada por meio da participação dos alunos na montagem e execução do experimento. Também acontecerá por meio das questões ao longo da aula.

Recursos/materiais didáticos	• Lâmpada, pilha, bateria, resistores, capacitores, geradores, condutores e indutores. • kit com lâmpada, soquetes, pedaços de fio, bateria.
Referências	Yamamoto, Kazuhito Física para o ensino médio, vol. 3: eletricidade, física moderna / Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. -- 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.
Observação	
Referências	Yamamoto, Kazuhito Física para o ensino médio, vol. 3: eletricidade, física moderna / Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. -- 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.

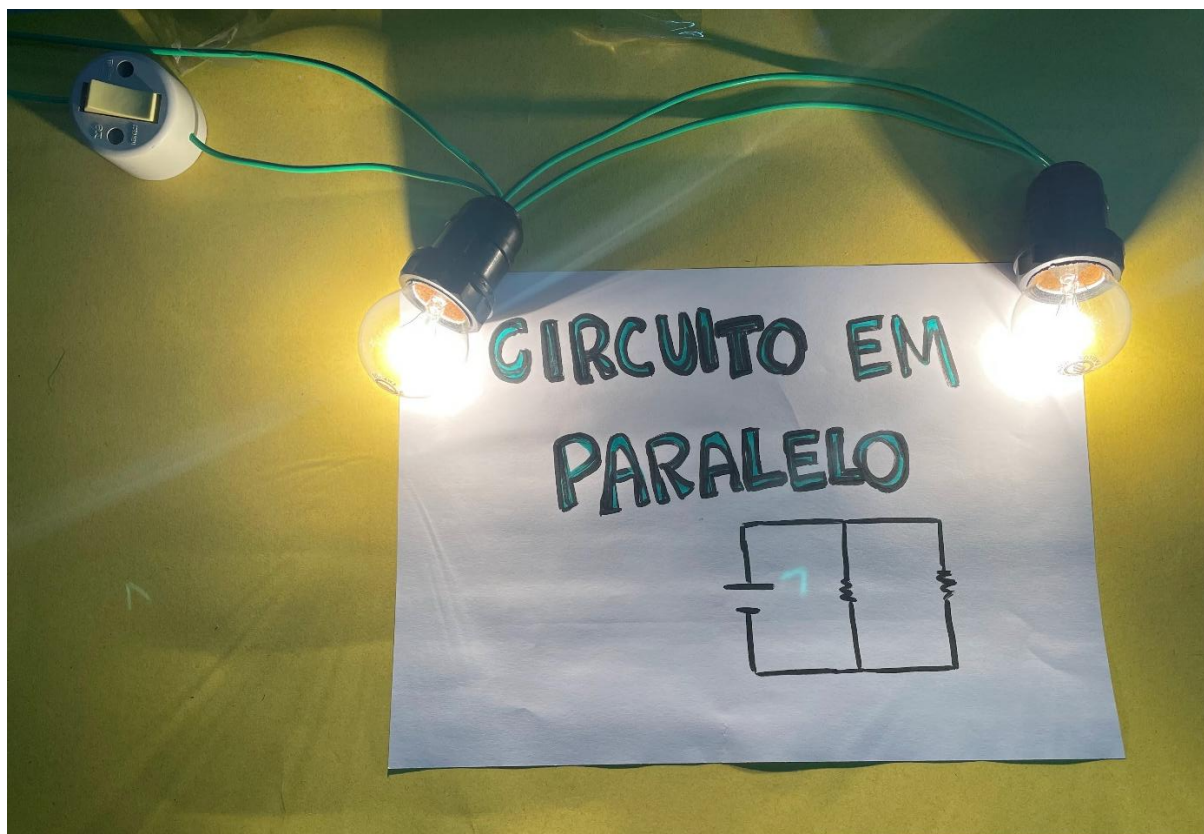
Anexo 1 – montagem dos circuitos

Figura 1: Montagem do circuito em série



Fonte: autoria própria

Figura 2: Montagem do circuito em paralelo



Fonte: autoria própria

Referências

- BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **O que é método Paulo Freire** (Primeiros Passos). 1ª edição, 2017, Brasiliense, ebook.
- FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários a prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1962
- MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Século XXI: desafios e equívocos. **Revista do Professor de Física**, v. 2, p. 80-94, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006> . Acesso em: 14 de set. 2022.
- MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (São Paulo), v. 43, p. e20200451, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>. Acesso em: 14 de set. 2022.

