



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PARNAÍBA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

MATHEUS WYKILLSON CARDOSO

**OFICINAS DIDÁTICAS PEDAGÓGICAS DE FÍSICA: CONFECÇÃO DE
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NA ESCOLA JOSÉ MENDES VASCONCELOS**

PARNAÍBA/PI
2023

MATHEUS WYKILLSON CARDOSO

OFICINAS DIDÁTICAS PEDAGÓGICAS DE FÍSICA: CONFEÇÃO DE EXPERIMENTOS
DE BAIXO CUSTO NA ESCOLA JOSÉ MENDES VASCONCELOS

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obten-
ção do diploma do Curso de Física do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Parnaíba.

Orientador: Prof^o Me.Jeová Calisto dos Santos

PARNAÍBA/PI

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Cardoso, Matheus Wykillson

C977o Oficinas didáticas pedagógicas de Física: confecção de experimentos de baixo custo na escola José Mendes Vasconcelos / Matheus Wykillson Cardoso. — 2023.
54 f.:il.color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) –
Instituto Federal do Piauí, Campus Parnaíba, 2023.
Orientador: Profº. Me. Jeová Calisto dos Santos.

1.Física - Ensino. 2.Aprendizagem significativa. 3.Oficina didáticas pedagógicas. I.Título.

CDD - 530

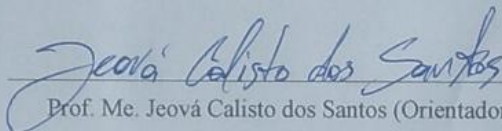
Elaborado por Micheline Angélica Aragão Gouveia CRB 3/1244

OFICINAS DIDÁTICAS PEDAGÓGICAS DE FÍSICA: CONFEÇÃO DE
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NA ESCOLA JOSÉ MENDES VASCONCELOS

MATHEUS WYKILLSON CARDOSO

Aprovado em 30/01/2023

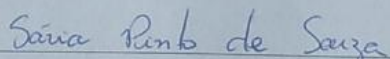
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao Curso de Licenciatura em Física do
IFPI/Campus Parnaíba, aprovado pela Banca Examinadora:


Prof. Me. Jeová Calisto dos Santos (Orientador)

IFPI/Campus Parnaíba-PI


Prof. Me. Rodrigo dos Santos Almeida (Examinador interno - IFPI)

IFPI/Campus Parnaíba-PI


Prof. Esp. Sônia Pinto de Souza (Examinador externo)

SEDUC-PI

Parnaíba PI

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre me deu forças para sempre seguir em frente, apesar de todas as dificuldades e obstáculos ao decorrer de todos esses anos.

Agradeço infinitamente ao Padre Ézio pela oportunidade de mudança de vida, pelos conselhos e por sempre ser um amparo nos momentos de tristeza e por sempre me incentivar rumo ao sucesso.

A minha família, que sempre esteve presente em todos os momentos, bons e ruins, e que apesar de estarem longe nunca deixaram de me incentivar a sempre ir atrás de todos os meus sonhos.

Aos professores, por todos os ensinamentos e correções que me permitiram ter um melhor desempenho em todo o meu processo de formação.

Ao meu orientador prof. Me. Jeová Calisto, por toda a paciência, dedicação e todos os ensinamentos a mim repassados durante esse período.

Ao meu grande amigo Luciano Teófilo, pelos ensinamentos de LaTeX e que sempre se fez presente como ombro amigo ao longo dessa trajetória.

Ao meu amigo Felipe Oliveira, que sempre me ajudou, dentro e fora da faculdade.

Aos meus amigos Carlos Filipe, Antônio José, Fernando Soares, Felipe Soares pela amizade e companheirismo, ao longo desta jornada.

“Tudo começa a partir de Jesus Cristo. A vida é uma caminhada bela que não se faz isoladamente, temos companheiros de viagem, caminhamos juntos. Mas cada pessoa é responsável pela própria condução, por isso, precisamos ter perseverança e alicerçar nossa caminhada nas virtudes”
(Padre Ezio)

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma investigação sobre o uso de oficinas didático-pedagógicas como elemento incentivador da motivação e facilitador da aprendizagem no ensino de Física, onde foram contemplados os conteúdos de cinemática vetorial, máquinas térmicas e eletrostática. O estudo foi realizado junto a estudantes de 1º, 2º e 3º anos do ensino médio, em uma escola pública localizada na cidade de Joaquim Pires, estado do Piauí. Nessa perspectiva, foram realizados encontros pedagógicos destinados a revisão de conteúdos, motivação audiovisual por meio de vídeo didático, confecção de experimentos e discussão de processos físicos. Através de uma abordagem qualitativa, informações foram apuradas sobre as percepções dos alunos referente a metodologia proposta, em se tratando de confecção de experimentos por meio de oficinas, ou seja, uma avaliação por indicadores. Constatou-se forte engajamento, cooperação e grande interesse dos alunos no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Física propostos mediante o uso das oficinas em sala de aula, evidenciando uma aprendizagem significativa.

Palavras-chaves: aprendizagem significativa; ensino de física; oficinas didáticas pedagógicas.

ABSTRACT

This work presents an investigation into the use of didactic-pedagogical workshops as an element that encourages motivation and facilitates learning in Physics teaching, where the contents of vector kinematics, thermal machines and electrostatics were contemplated. The study was carried out with students of 1^o, 2^o and 3^o years of high school, in a public school located in the city of Joaquim Pires, state of Piauí. From this perspective, pedagogical meetings were held for content review, audiovisual motivation through didactic video, creation of experiments and discussion of physical processes. Through a qualitative approach, information was gathered about the students' perceptions regarding the proposed methodology, in the case of making experiments through workshops, that is, an evaluation by indicators. There was a strong engagement, cooperation and great interest of the students in the teaching-learning process of the proposed Physics content through the use of workshops in the classroom, evidencing a significant learning process.

Key-words: meaningful learning; physics teaching; pedagogical didactic workshops..

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – 1º grupo: deslocamento na mesma direção e no mesmo sentido.....	20
Figura 2 – 2º grupo: deslocamento na mesma direção e em sentidos opostos.	20
Figura 3 – 3º grupo: deslocamentos em direções perpendiculares entre si.	21
Figura 4 – 4º grupo: deslocamento em direções oblíquas.	21
Figura 5 – Lançamento oblíquo.	22
Figura 6 – Lançamento horizontal, mostrando a decomposição da velocidade nas dire- ções horizontal e vertical.	23
Figura 7 – Máquina térmica, mostrando a relação entre fonte fria e fonte quente, conse- guinte conversão de calor em trabalho	25
Figura 8 – Diagrama do ciclo stirling, evidenciando as quatro transformações presente neste ciclo.	26
Figura 9 – Video de confecção do foguete de garrafa pet, feito por Iberê.	33
Figura 10 – Confecção do foguete em sala de aula, cada grupo desenvolvendo seu experi- mento.....	34
Figura 11 – Primeiro lançamento do foguete, onde o mesmo alcançou uma longa distância.	34
Figura 12 – Video de confecção do motor, o video mostra o passo a passo da construção do motor de Stirling de latinhas.	36
Figura 13 – Motor finalizado, a figura mostra um dos motores confeccionados pelos alunos.	36
Figura 14 – Eletroscópio concluído, onde professor junto alguns alunos mostram os primeiros eletroscópios construídos.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de materiais e suas respectivas quantidades, para confecção dos foguetes de garrafa pet	31
Tabela 2 – Lista de materiais para confecção do motor de Stirling, com as devidas quantidades necessárias para oficina	31
Tabela 3 – Lista de materiais para confecção do eletroscópio	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IFPI	Instituto Federal do Piauí
MU	Movimento Uniforme
MUV	Movimento Uniformemente Variado
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
LDB	Lei de Diretrizes e Bases

LISTA DE SÍMBOLOS

τ	Letra grega tau
θ	Letra grega Theta
α	Letra grega Alfa
V_v	Velocidade vertical
V_h	Velocidade horizontal
ΔU	Variação de energia interna

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	ENSINO DE FÍSICA.....	14
2.1.1	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	14
2.1.2	OFICINAS PEDAGÓGICAS DIDÁTICAS.....	16
2.1.3	EXPERIMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA	17
2.2	FÍSICA DO ENSINO MÉDIO	18
2.2.1	CINEMÁTICA.....	18
2.2.2	VETORES	19
2.2.3	LANÇAMENTOS.....	21
2.2.3.1	LANÇAMENTO OBLÍQUO	21
2.2.3.2	LANÇAMENTO HORIZONTAL.....	22
2.2.4	TERMODINÂMICA	23
2.2.4.1	MÁQUINAS TÉRMICAS.....	24
2.2.4.2	CICLO STIRLING	25
2.2.5	ELETRICIDADE	26
2.2.5.1	ELETROSTÁTICA	27
2.2.5.2	ELETRODINÂMICA.....	28
3	METODOLOGIA.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
4.1	1ª OFICINA (FOGUETE DE GARRAFA PET).....	32
4.2	2ª OFICINA (MOTOR DE STIRLING)	35
4.3	3ª OFICINA (ELETROSCÓPIO).....	37
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41
	ANEXO A – OFICINA DE FOGUETES DE GARRAFA PET	43
	ANEXO B – OFICINA MOTOR DE STIRLING	46
	ANEXO C – OFICINA DE ELETROSCÓPIO	51

1 INTRODUÇÃO

A utilização de práticas experimentais em sala de aula se constitui como um poderoso aliado no processo de ensino e aprendizagem, frente ao ensino de ciências. Com os experimentos adequados, fica fácil demonstrar a teoria científica de modo a envolver o público alvo, e dessa forma, poder trabalhar conceitos científicos de modo mais consistente, mostrando que este não é o “bicho de 7 cabeças” que a maioria acredita ser.

Durante uma atividade experimental o aluno é oportunizado a fazer indagações sobre o tema trabalhado, propiciando uma síntese ao interagir com os elementos que definem e, assim, entrar num processo de autoavaliação, onde analisa o seu conhecimento e suas ideias. O ensino experimental possibilita ao aluno a reformulação de seus modelos mentais sobre determinado assunto, e através de um ambiente construtivista investigativo, o aluno concretiza a aprendizagem de forma mais convicta (SILVA et al., 2019).

A prática experimental por meio da confecção de experimentos de baixo custo é ainda mais interessante quando os alunos envolvidos neste processo podem manipular sozinhos estas confecções. Portanto, é muito importante que esta prática seja de fácil acesso e de baixo custo. Podemos afirmar que a relação da teoria com o cotidiano demonstrado em práticas experimentais conseguem despertar a vontade de aprender dos educandos. De acordo com Campos et al. (2012, p. 1402-1) “as atividades experimentais permitem aos alunos o contato com o objeto concreto, tirando-os da zona de equilíbrio e colocando-os em zona de conflito, construindo mais conhecimentos e posteriormente retornando a zona de equilíbrio”.

Nesta perspectiva surge então o seguinte questionamento: como ensinar física experimental para os alunos do Ensino Médio em período que a educação se encontra defasada e prejudicada pela pandemia do covid-19? Uma forma de contornar essa situação, é personalizar o ensino e a interação com os alunos, implementando novas tecnologias ativas e recorrendo a trabalhos práticos, adotando ferramentas apropriadas para isso. Nessa situação, observando a existência do desinteresse dos alunos em aprender e associar a física em seu dia a dia, o presente trabalho tem como proposta de contornar esse cenário através de meios e práticas, que facilitem a visualização dos fenômenos físicos referentes a lançamentos bidimensionais, máquinas térmicas e eletricidade, possibilitando uma aprendizagem significativa, para que os alunos possam participar ativamente da construção do conhecimento e da aplicação dos conceitos visto em sala.

O presente trabalho propõe, por meio das oficinas, ensinar Física com aulas práticas, construir experimentos de baixo custo e estimular os alunos a desenvolver o interesse pelo ensino de Física, além de fazer uma análise das vantagens e benefícios destas oficinas didático-pedagógicas. Realizando lançamentos com foguetes de garrafa pet, fazendo um motor de Stirling

funcionar e finalizando um eletroscópio, os alunos conseguem reconhecer as leis físicas presente nestes experimentos, ao passo que estes são desenvolvidos, visualizando assim os fenômenos estudados em sala e relacionando-a ao dia-a-dia.

O trabalho considera que o ensino aliado aos conhecimentos prévios que os educandos trazem de suas vivências facilita o processo de ensino e aprendizagem. Uma vez que irão relacionar o ensino e aprendizagem e os novos conhecimentos com o que trazem consigo, formando assim, ideias consistentes sobre o tema trabalhado. Desta forma, trabalhar com esse tema tem por finalidade fazer o educando enxergar que o ensino de Física não é somente uma maneira de obter uma nota para ser aprovado na disciplina, mas para fazê-los enxergar uma relação com sua vida prática e habitual.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ENSINO DE FÍSICA

O ensino de Física sofre grandes desafios. Os alunos não aprendem Física de forma significativa, pois as escolas funcionam como centros de treinamentos, cujo objetivo é treinar os alunos para dar respostas certas nas provas, ou seja, uma memorização de fórmulas para serem utilizadas em avaliações objetivas.

Ensinar e aprender Física envolve conceitos e conceitualização, modelos e modelagem, atividades experimentais, competências científicas, situações que façam sentido. Essa forma de ensinar física, por meio da personalização do ensino, leva aos alunos a sua aprendizagem, mas requer um conjunto de fatores necessário para que este ensino de qualidade ocorra.

Neste capítulo será abordado a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, mostrando alguns elementos importantes para o processo de ensino aprendizagem. Será abordado também sobre as oficinas pedagógicas didáticas como metodologia de ensino, além da experimentação para o ensino de física, situando sua relevância para o ensino.

2.1.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi construída na década de 60, pelo norte-americano David Ausubel. Esta propõe que uma nova informação se tornará realmente conhecimento quando haver ressignificação das informações já existente no ser, gerando assim novos saberes. De acordo com Ausubel (2003), a estrutura cognitiva traz em sua essência a ideia de uma estrutura hierárquica de conceitos, onde a aprendizagem irá se desencadear através da reorganização de conceitos já adquiridos com os que estão em processo de aquisição, entrelaçando e gerando novos conhecimentos.

A teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, parte do ponto que nenhum aluno chega vazio na escola, traz consigo uma bagagem de aprendizado, cabe ao educador instigar a ampliação e reconfiguração deste aprendizado. Nesta perspectiva Almeida (2016) discute 4 passos importantes da teoria de aprendizagem significativa, sendo o primeiro chegar em sala com uma problemática, para que o aluno produza sua tese. Este passo é importante porque foge o padrão de ensino que estamos acostumados, onde o educador chega com explicações e resolve problemas. Esta criação de tese é importante, pois será baseada nos conhecimentos prévios que este aluno possui.

Segundo passo, o educador num momento posterior traz informação, para que o aluno desenvolva sua anti-tese e assim visualizar que não conhece o processo ou se conhece, compreende apenas uma pequena parcela do todo. Terceiro momento é o passo que o próprio Ausubel chama

de primeira síntese, estudo individualizado, momento que o aluno debruça sobre o conteúdo. O quarto passo, será quando ele possa ir de fato para sua apresentação, isso após seu estudo referente ao conteúdo do problema apresentado a este no primeiro passo.

Uma teoria ótima para a sala de aula, quanto mais o aluno descobre mais ele quer descobrir, o conhecimento não tem fim. A aprendizagem é do aluno, com o aluno para o aluno, segundo Ausubel, sendo o dever da escola, gerenciar aprendizagens. Uma maneira clara de trabalhar a aprendizagem significativa em sala de aula é a construção de mapas conceituais, uma metodologia com bastante relevância para construir o aprendizado dos alunos.

Segundo Moreira (1999), quando fala sobre aprendizagem significativa, o ponto mais importante são os conhecimentos prévios dos educandos, salientando a importância do professor buscar a metodologia adequada, identificar estes conhecimentos e nessa perspectiva buscar aprofundar e ampliar.

Na aprendizagem significativa modifica-se o significado lógico de determinado material em significado psicológico, ocorrendo a sua integração de forma mais objetiva. Outro conceito muito importante da teoria de Ausubel é a de que o acúmulo de novas informações pela mente humana acontece, mais frequentemente, de maneira hierárquica, ou seja, primeiramente aprendemos conceitos mais abrangentes, conforme são adquiridos conceitos mais específicos, estes são ligados ao conceito mais geral se encadeando conforme as conexões entre eles. A aprendizagem de conhecimentos novos ocorre de duas maneiras por parte do aluno: de forma significativa e de forma mecânica.

A aprendizagem mecânica memorística, consiste na absorção superficial e de fácil esquecimento, dos conhecimentos. Não há busca em correlacionar os conceitos já existentes, não exigindo do aprendiz uma conexão do saber com situações reais e cotidianas. Para Moreira (2006), este tipo de aprendizagem é comum nas escolas, tanto por questões históricas como pela facilidade em apenas repassar conceitos sem contestação, pois priorizam a memorização como meio de bons resultados nas avaliações, no entanto, esta aprendizagem é considerada volátil. Nas disciplinas de Matemática e Física do ensino básico é bastante comum este formato de aprendizagem, pois é necessário o domínio de propriedades matemáticas, bem como lembrar de um grupo de fórmulas, fazendo uso destas atribuições torna o aluno um “conhecedor” destas áreas. Importante ressaltar que tanto Ausubel quanto Moreira não sugerem a discriminação da aprendizagem mecânica, mas sugerem que não seja a única forma de edificação do saber.

A aprendizagem significativa é pautada na existência de conceitos na estrutura cognitiva do indivíduo (subsúncos), o aprendizado se torna mais atraente por estar correlacionando situações importantes para o aprendiz, sendo mais exigente, cabendo a ele fazer as devidas ligações entre o que já possui de conhecimento a respeito do assunto em questão e o conhecimento que está sendo surgido. Para Ausubel 1980 aprendizagem significativa é dar significado a cada informação conhecida, ou seja, conectar de maneira aberta com o conhecimento já conhecido, mas para que isto ocorra é necessário que o aprendiz esteja querendo, apresente-se motivado a

aprender.

Na aprendizagem significativa há situações onde os subsunçores não existem ou são abaixo ao esperado. Não há neste caso conhecimentos suficientes para uma ancoragem cognitiva. Nisto se faz necessário uso de uma estratégia denominada de “organizadores prévios” que prestarão de base para os novos conceitos, tendo assim a função de assimilar e modificar a estrutura cognitiva do aprendiz (BAGNARA et al., 2020).

O principal objetivo dos organizadores prévios é elaborar uma “ponte cognitiva” entre o conhecimento existente e o novo que será apresentado, relacionando desta maneira os conhecimentos mais gerais daquele conteúdo com as partes mais específicas que estarão sendo apresentadas. Os organizadores prévios podem se apresentar de duas formas: expositivo e comparativo.

O organizador expositivo é geralmente utilizado quando o assunto ao qual deseja ensinar é totalmente desconhecido do educando, tendo como principal papel o de mostrar o conteúdo e oferecer as noções básicas do conhecimento. Seu emprego se faz quando o educando não apresenta familiaridade com o assunto, atuando este como uma ponte cognitiva entre o conhecido e o que está para desenvolver. Organizador comparativo é o organizador prévio que trata da relação entre fatos de conhecimento do educando com novos conceitos que lhe serão anunciados na sequência. Equiparando o conhecimento já conhecido com o novo, o educando terá noção de qual caminho trilhar a partir desta comparação, tendo ele uma prévia de como serão as demais etapas até o objetivo final, o qual é a compreensão do conteúdo apresentado.

A aprendizagem significativa pode ser construída de três formas, conforme os subsunçores vão se engrandecendo: aprendizagem significativa superordenada; aprendizagem significativa subordinada; e aprendizagem significativa combinatória (MOREIRA, 1999). A aprendizagem significativa superordenada consiste na agregação de todos os subsunçores presente no educando pelo novo conceito. O novo conceito é visto como mais geral e inclusivo do que os conhecimentos prévios do educando. A aprendizagem significativa subordinada consiste na produção de um novo saber de forma hierárquica, onde cada saber construído tem relação direta com um conhecimento anterior. Cada conceito aprendido está relacionado de forma direta com a evolução da compreensão do conceito anterior.

A aprendizagem combinatória consiste na correlação de maneira mais geral do novo conhecimento com os conceitos presentes na estrutura cognitiva do educando, ou seja, combinando de maneira geral e não apenas com aspectos específicos de determinado conceito.

2.1.2 OFICINAS PEDAGÓGICAS DIDÁTICAS

Os principais objetivos da escola atual consiste em desenvolver competências que possibilitem ao aluno alcançar sucesso profissional e pessoal, na perspectiva que este contribua no seu contexto de forma significativa, com eficiência e de forma ética. No entanto, na prática a escola

promete mais do que pode entregar, pois mesmo com o passar dos anos e enxergar que o método tradicional de ensino não desperta o interesse do aluno, é notório que não há grandes mudanças nas salas de aula das escolas (BAGNARA et al., 2020).

A relação entre teoria e prática é algo necessário para o ensino-aprendizagem em todas as áreas do conhecimento, visto que é algo bastante distante da realidade de algumas salas de aula brasileiras. Mas essa distância entre planejar e executar pode ser superada por meio de estratégias que integrem os conhecimentos de teoria e prática, um grande exemplo disto são as oficinas didáticas pedagógicas (PAVIANI, 2009). Paviani (2009, p. 78) afirma que

Uma oficina é, pois, uma oportunidade de vivenciar situações concretas e significativas, baseada no tripé: sentir-pensar-agir, com objetivos pedagógicos. Nesse sentido, a metodologia da oficina muda o foco tradicional da aprendizagem (cognição), passando a incorporar a ação e a reflexão. Em outras palavras, numa oficina ocorrem apropriação, construção e produção de conhecimentos teóricos e práticos, de forma ativa e reflexiva

Uma oficina é uma metodologia ativa de ensino, pautada na construção do saber por meio da relação teoria e prática. Existem várias maneiras de realizar uma oficina, sendo uma, a utilização de atividades experimentais, experimentos este desenvolvidos pelos próprios alunos, evidenciando que estas atividades aguçam a curiosidade do aluno, além de oportunizar o contato científico com os fenômenos da natureza, sobre os quais aprenderam de forma teórico (HODSON, 1994).

2.1.3 EXPERIMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA

O modelo de ensino aplicado em sala de aula ainda trata do método tradicional, onde o professor sente mais conforto na transmissão de informação, pois neste modelo os alunos são meros ouvintes. No ensino de física em si, alguns docentes preferem ficar na abordagem mais matemática e conceitual da física, esquecendo de relacionar teoria e prática, de forma mais acessível ao aluno.

Segundo Freire (2014), para compreender a teoria é preciso experienciá-la, então é necessário que aluno estabeleça a dinâmica e relação entre teoria e prática. A realização de experimentos, em Física, é um grande exemplo da relação apresentada acima, onde o discente irá na busca de realizar um experimento. Este processo será feito por etapas onde o professor assume o papel de orientador e o aluno de construtor do seu conhecimento.

De acordo com Bazin et al. (1987), a experimentação tem grande relevância no processo de ensino aprendizagem, em uma experiência de ensino não-formal de ciências, aposta na maior significância desta metodologia do que na simples aplicação do método tradicional de ensino, onde professor é o detentor do conhecimento e os alunos absorvedores de informações por meio da memorização. Um experimento é bastante lúdico, pelo fato de despertar no aluno o interesse de forma simples. Podemos afirmar, que o aluno sente um encantamento ao observar ou até mesmo realizar o experimento, como afirma Ramos (1997, p. 5):

a palavra encantamento expressa de maneira genérica a sensação que buscamos descrever. Ela manifesta a impressão de um sentimento forte em torno da vivência, mas coloca num mesmo nível diferentes reações possíveis. Há pessoas, por exemplo, que se sentem embevecidas apenas com a observação de algo inusitado. Há pessoas que se sentem surpresas em observar algo que lhes parecia familiar, mas oferece um novo sabor de conhecimento. Há pessoas que sentem curiosidade e buscam entender o que está se passando. E, assim por diante, poderíamos especular várias derivações razoáveis para o encantamento citado.

A escola tem como função instruir os alunos para serem críticos e participar de forma ativa na sociedade, esta é a orientação para ela conforme a legislação que rege nossa educação, Lei de Diretrizes e Bases, Parâmetros Curriculares Nacionais e Lei nº9.394/96. Os Parâmetros Curriculares Nacionais(PCN) tem como função valorizar a aprendizagem e construção do saber e desenvolvimento do senso crítico, de forma que os conteúdos venham ser apenas um passo para alcançar este objetivo.

2.2 FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

A física do ensino médio é vista pelos estudantes como algo complexo e fora de sua realidade, muitas vezes chegando a ser discriminada antes mesmo de ser conhecida, pois alunos que sentem dificuldades em sua assimilação, repassam que esta é difícil, os ingressantes já trazem consigo esta premissa. Gira em torno da física clássica, mesmo vendo que alguns livros didáticos trazem tópicos sobre física moderna.

Neste capítulo abordaremos de forma superficial alguns conceitos de física clássica, como conceitos de mecânica, termodinâmica e eletricidade.

2.2.1 CINEMÁTICA

A cinemática é a parte da mecânica que descreve os movimentos dos corpos através dos conceitos de posição, velocidade e aceleração. O estudo das causas que modificam os movimentos é feito em outra parte da mecânica, a dinâmica. Um dos grandes nomes da antiguidade que trabalhou na tentativa de explicar o movimento foi Aristóteles. Para ele os corpos terrestres se movia referentes a dois movimentos, os movimentos naturais e os movimentos forçados. Nos movimentos naturais os corpos terrestres se movia pela tendência natural, de maiores massas se moviam em direção ao centro da terra e de menores na direção oposta, já nos movimentos forçados eram movimentos provocados pelo homem, sem ter uma tendência natural, este era seu pensamento (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2016).

Para desenvolvermos a cinemática utilizamos alguns conceitos primitivos, isto é, conceitos que não são definidos, mas devem ter, para todos, a mesma significação. Assumiremos como conceitos primitivos os conceitos de espaço e de tempo. O instante ao qual se associa tempo zero($t=0$) recebe o nome de origem de tempos.

Se um determinado fenômeno se inicia num instante t_1 e termina no instante t_2 , dizemos que o fenômeno ocorreu num certo intervalo de tempo cuja duração é $\Delta t = t_2 - t_1$. Quando um objeto entra em movimento ele sai do seu estado de repouso, espaço inicial s_1 e ao fim/meio deste movimento ele chega ao espaço s_2 , dizemos que ocorreu a variação do espaço, o qual esta variação é $\Delta s = s_2 - s_1$.

Dentro do estudo do movimento temos o conceito chave para esta determinação, se um corpo estará em repouso ou em movimento, sendo esta relação dependente do ponto que irá ser adotado como referencial, então definimos referencial como um ponto de partida, ou seja, um ponto origem que a partir deste ponto observo o movimento. Havendo afastamento ou aproximação deste ponto de referência dizemos que o corpo que varia seu espaço, logo está em movimento, mantendo a distância dizemos que este está em repouso referente ao seu ponto de referência.

Trajetória é um dos conceitos também presentes na cinemática, que pode ser definida, como o espaço percorrido entre dois pontos. Podem ser retilíneas ou não, e dependem do referencial.

Empiricamente não tem como descrever um movimento de um corpo sem ter a curiosidade por saber a sua velocidade. A velocidade é fisicamente definida como a razão entre variação de espaço e variação de tempo. Nesta relação a velocidade é inversamente proporcional ao tempo. Por exemplo, quando num certo espaço um corpo que o percorre em um intervalo de tempo, quanto menor for este intervalo maior será a velocidade neste movimento. Quando em intervalos de tempos iguais, o móvel percorre deslocamentos iguais, podemos visualizar que a velocidade é constante, com isso este movimento é chamado de movimento uniforme.

Quando um móvel desenvolve um movimento uniformemente variado, a sua velocidade aumentará ou diminuirá de forma constante, a cada segundo, em razão de sua aceleração. Aceleração é a variação da velocidade no tempo, ou seja, o quanto a velocidade varia em um certo intervalo de tempo. Existem classificações de movimento relacionado a aceleração, quando aceleração é contrária ao movimento, dizemos ser um movimento retardado, quando esta é no mesmo sentido do movimento, este é definido como movimento acelerado (NAPOLITANO; LARIUCCI, 2016)

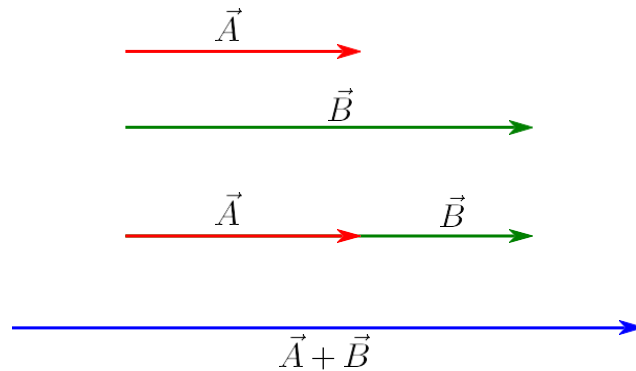
2.2.2 VETORES

As grandezas físicas caracterizam fenômenos físicos por meio de medição, sendo estas divididas em dois tipos, escalares e vetoriais. As grandezas escalares são grandezas definidas por um valor numérico acompanhado de uma unidade de medida, enquanto as grandezas vetoriais necessitam não só do valor numérico e unidade de medida (intensidade), necessitam da indicação de direção e sentido.

A representação geométrica das grandezas vetoriais é dada por meio do vetor. Sendo a

intensidade o tamanho do vetor, a direção é dada pela reta sobre a qual o vetor está desenhado e o sentido é indicado pela seta do vetor. A soma de grandezas vetoriais é feita segundo a direção e sentido dos vetores a qual pretende somar, sendo que esta possa até virar uma subtração. Esta soma é dividida em quatro grupos como mostram as figuras 1, 2, 3 e 4.

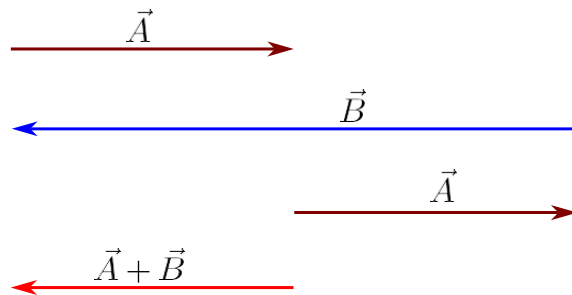
Figura 1 – 1º grupo: deslocamento na mesma direção e no mesmo sentido.



Fonte: Elaborada pelo autor - 1 Grupo

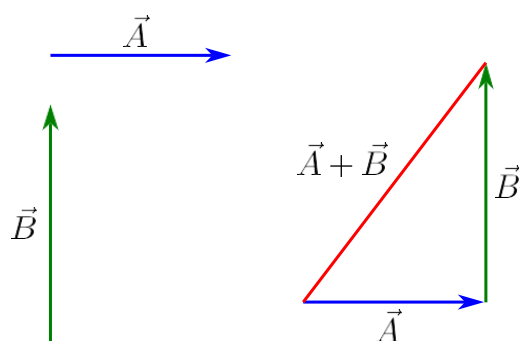
Onde um vetor $\vec{A}$ somando com um vetor $\vec{B}$, resulta num vetor resultante $\vec{A} + \vec{B}$, ou seja, gera um vetor maior que os unitários.

Figura 2 – 2º grupo: deslocamento na mesma direção e em sentidos opostos.

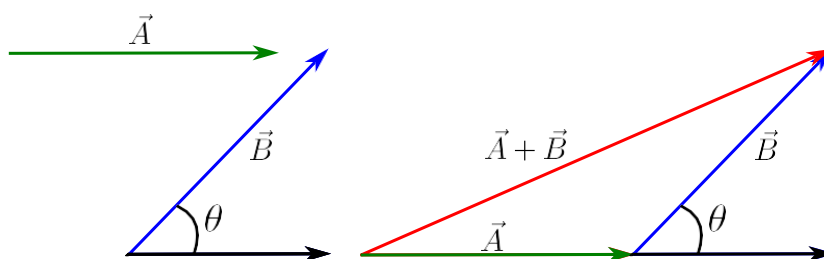


Fonte: Elaborada pelo autor - 2 Grupo

Onde um vetor $\vec{A}$ somando com um vetor $\vec{B}$, estando estes dois vetores em sentidos opostos, resulta num vetor resultante $\vec{A} + \vec{B}$, ou seja, gera um vetor que terá seu sentido definido, pelo maior vetor desta soma, consistindo basicamente em uma subtração do maior pelo menor.

Figura 3 – 3º grupo: deslocamentos em direções perpendiculares entre si.

Fonte: Elaborada pelo autor - 3 Grupo

Figura 4 – 4º grupo: deslocamento em direções oblíquas.

Fonte: Elaborada pelo autor-4 Grupo

A variação de uma determinada grandeza é feita pela diferença entre o fim e o início. A variação de uma grandeza escalar é feita por pela diferença entre a intensidade final pela inicial. Já no caso das grandezas vetoriais não basta efetuar a diferença entre o final e o inicial, tem que considerar a análise de direção e sentidos dos vetores, obedecendo à geometria.

2.2.3 LANÇAMENTOS

Alguns dos fenômenos que vemos no dia a dia são bem complexos para serem explicados e analisados. Desta forma uma maneira de visualizar um movimento complexo é decompô-lo em movimentos menores, este é o princípio proposto por Galileu, chamado de princípio da independência de movimentos simultâneos, que nos diz que um movimento composto por outros dois (ou mais) que ocorrem simultaneamente, podem ser analisados de forma independente dos demais (HELOU; GUALTER; NEWTON, 2007).

Dentro deste estudo de movimentos analisamos os lançamentos horizontal e oblíquos.

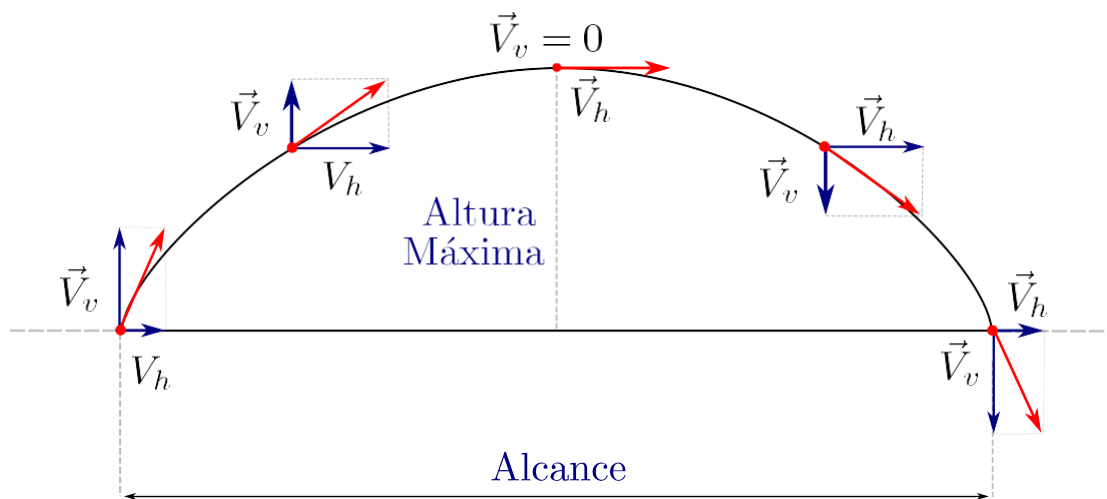
2.2.3.1 LANÇAMENTO OBLÍQUO

Um dos casos de composição de movimento é o lançamento oblíquo, que consiste em lançar um projétil sob um ângulo α , sujeito a aceleração da gravidade. Quando num movimento oblíquo é desconsiderada a resistência do ar, temos então uma trajetória parabólica. Neste

movimento o projétil lançado irá atingir uma altura máxima e uma nova posição, distante do ponto de partida.

Um lançamento oblíquo pode ser decomposto em dois, horizontal e vertical, como mostra a figura 5 onde temos as características deste movimento.

Figura 5 – Lançamento oblíquo.



Fonte: Elaborada pelo autor - lançamento oblíquo.

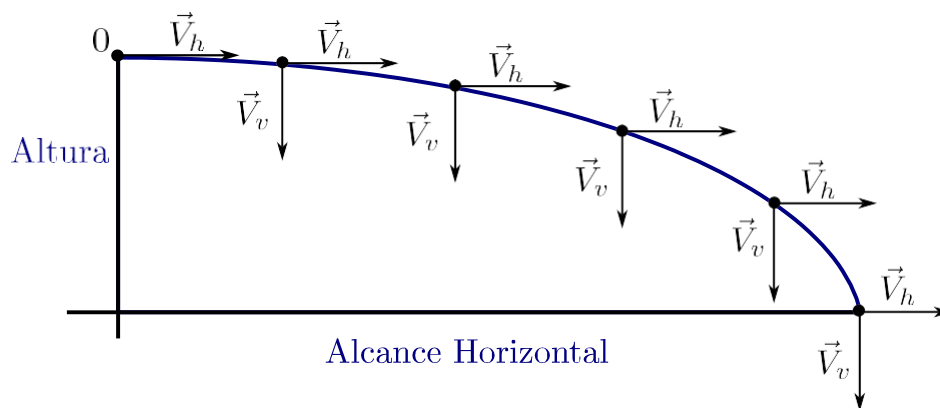
Na direção horizontal temos um movimento uniforme, pois não há variação na velocidade, logo a componente V_h é sempre a mesma ao longo do movimento. Na direção vertical, devido à influência da gravidade, temos um movimento uniformemente variado (MUV), retardado na subida e acelerado na descida. Nesse MUV a aceleração que age é a aceleração da gravidade ($g=10 \text{ m/s}^2$) (HELOU; GUALTER; NEWTON, 2007).

2.2.3.2 LANÇAMENTO HORIZONTAL

Nesse movimento a velocidade de lançamento é horizontal. Pode ser feita uma análise análoga ao lançamento oblíquo, sendo que este parte de uma altura máxima.

A partir do início do movimento, podemos perceber que a componente de velocidade na horizontal, permanece constante, enquanto a componente da vertical sofre uma variação. Variação esta provocada pela ação da aceleração gravitacional (HELOU; GUALTER; NEWTON, 2007). A Figura 6 ilustra um movimento horizontal, facilitando visualizar estes aspectos do movimento.

Figura 6 – Lançamento horizontal, mostrando a decomposição da velocidade nas direções horizontal e vertical.



Fonte: Elaborada pelo autor - lançamento horizontal.

2.2.4 TERMODINÂMICA

No estudo dos fenômenos térmicos dois conceitos nos chama atenção que é o conceito de calor, que no dia a dia recebe sua definição relacionado a sensação térmica, mas que é fisicamente definido como transferência de energia de um corpo a outro. O outro, seria temperatura, associada à movimentação das partículas constituintes da matéria.

Estes conceitos são de suma importância para compreensão das leis e transformações da termodinâmica, pois a definição destes está associada a eles. As leis da termodinâmica estudam sistemas em que há trocas de energias e como os estados de temperatura, pressão e volume, são alterados pelo calor num processo físico.

A Lei zero da termodinâmica é a lei do equilíbrio térmico, essa lei enuncia que se um corpo A está em equilíbrio térmico com um corpo B, o corpo B esteja em equilíbrio com um corpo C, logo se deduz que A está em equilíbrio com C. Quando dois corpos de temperaturas diferentes entram em contato, o corpo que estiver com maior temperatura transfere calor para o que está mais frio.

A Primeira lei da termodinâmica foi desenvolvida por James P. Joule que afirmou que a temperatura de um sistema não pode ser elevada somente pelo acréscimo de calor, mas também aplicando trabalho sobre o sistema. Joule provou sua afirmação através do seu famoso experimento de movimentação de pás, em um recipiente fechado (HELOU; BISCUOLA; BÔAS, 2007).

A primeira lei é enunciado da seguinte forma:

$$\Delta U = Q - \tau \quad (2.1)$$

Onde ΔU representa variação de energia interna, Q quantidade de calor cedida ou recebida τ representa o trabalho realizado pelo sistema, ou sobre o sistema. Essa lei equivale à aplicação do

princípio de conservação da energia a sistemas termodinâmicos.

A segunda lei da termodinâmica foi desenvolvida por Rudolf Clausius, que estabeleceu algumas condições para que as transformações termodinâmicas ocorram. Para que o calor seja convertido parcialmente em trabalho é necessário que nesse sistema haja ciclos sucessivos entre fontes de calor quente e fria, definindo assim a conversão de calor em trabalho como um processo cíclico.

A Terceira lei da termodinâmica foi desenvolvida por Walther Hermann Nernst entre 1906 e 1912, trata basicamente de quando a entropia de um sistema chega ao valor mínimo, isso ocorre quando a temperatura se aproxima do zero absoluto. Logo a entropia é definida como: a forma em que as moléculas estão organizadas em um sistema. A entropia é uma medida termodinâmica que calcula o nível de irreversibilidade de um conjunto. Sendo que esse conjunto se encontra em desordem. Essa desordem se caracteriza pelo movimento das moléculas de forma desordenada, ou seja, pelo fato das moléculas estarem agitadas, umas mais e outras menos, em direções e sentidos diferentes (HELOU; BISCOLOLA; BÔAS, 2007).

2.2.4.1 MÁQUINAS TÉRMICAS

Uma máquina térmica é um dispositivo de clara aplicação da segunda lei da termodinâmica, visto que ela realiza trabalho por ciclos entre duas temperaturas, uma mais elevada (fonte quente) e outra mais baixa (fonte fria). Também é muito usado a expressão motor térmico para caracterizar a mesma.

A máquina térmica representada na Figura 7 ilustra o esquema de uma térmica, aonde parte do calor cedido pela fonte quente é convertido em trabalho e a outra parte vai para fonte fria.

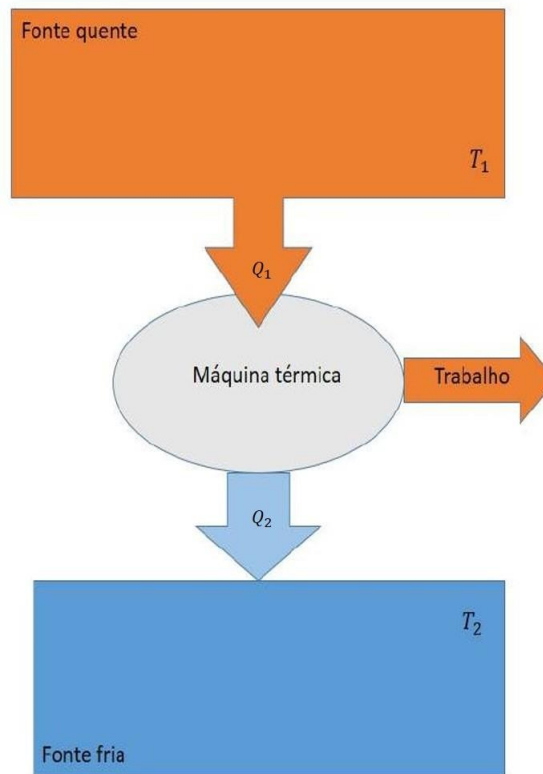
Na máquina térmica, para haver transformação de calor em trabalho é necessário que os ciclos sejam em sentido horário, ao contrário de uma máquina frigorífica que possui funcionamento inverso. O trabalho da máquina térmica equivale à diferença de energia total recebida da fonte quente e a parte não convertida em trabalho que vai para fonte fria, como mostra a equação abaixo.

$$\tau = Q_1 - Q_2 \quad (2.2)$$

Onde Q_1 é o calor retirado da fonte quente (energia total do ciclo), Q_2 calor que vai para fonte fria e τ é a energia útil (trabalho). O desempenho da máquina é chamado de rendimento, logo este é regido pela relação de energia útil (τ) e energia total (Q_1) (HELOU; BISCOLOLA; BÔAS, 2007).

$$r = \frac{\tau}{Q_1} \quad (2.3)$$

Figura 7 – Máquina térmica, mostrando a relação entre fonte fria e fonte quente, conseguindo conversão de calor em trabalho



Fonte: Elaborada pelo autor - Máquina térmica.

O rendimento também pode ser expresso pela relação:

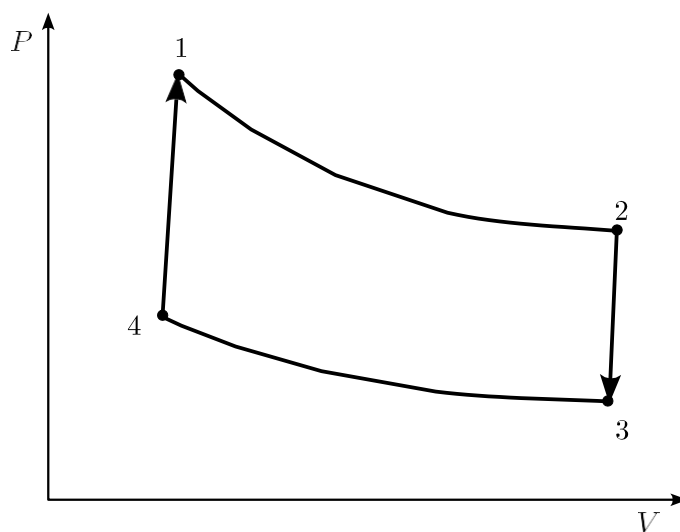
$$r = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad r = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad (2.4)$$

2.2.4.2 CICLO STIRLING

A segunda lei da termodinâmica trata do processo de conversão parcial do calor em trabalho, por ciclos reversíveis, esses são os chamados ciclos termodinâmicos. Os ciclos mais conhecidos são os ciclos Otto (motor a gasolina), ciclo Diesel (motor a diesel), ciclo de Carnot (ciclo termodinâmico considerado ideal) e ciclo de Stirling (motor de fontes de diferentes temperaturas). Cada ciclo possui sua particularidade de funcionamento, mas com o mesmo objetivo.

O motor de Stirling foi aperfeiçoado por Robert Stirling e seu irmão, sendo este um motor de combustão interna, foi idealizado com a finalidade de substituição dos motores a vapor, que apresentavam muitos defeitos e explodiam com frequência. A Figura 8 esquematiza o ciclo de um motor de Stirling.

Figura 8 – Diagrama do ciclo stirling, evidenciando as quatro transformações presente neste ciclo.



Fonte: Elaborada pelo autor - Diagrama do ciclo stirling.

Na Figura 8 temos um diagrama de pressão por volume do ciclo de stirling, um ciclo termodinâmico constituído de processos internamente reversíveis em série: (processo 12) uma expansão isotérmica, seguido (processo 23) um resfriamento a volume constante, (processo 34) uma compressão isotérmica, (processo 41) um aquecimento a volume constante. Em teoria o motor de stirling tem alta eficiência, pois em décadas passadas já foram feitos modelos que chegaram a obter 45% de eficiência, superando, motores a diesel e a gasolina (FÍSICA, 2022).

2.2.5 ELETRICIDADE

A eletricidade é algo que vivenciamos no dia a dia através de fenômenos que são comuns, como um raio, colocar o celular pra recarregar, ate mesmo ao ligar uma lâmpada, ou seja vivenciamos ela em situações simples ou ate mesmo em mais complexas. O primeiro relato feito sobre eletricidade foi feito na Grécia antiga, quando Tales de Mileto descobre as propriedades do âmbar. Muito tempo depois da descoberta de Tales, por volta de 1600, William Gilbert publica seu livro intitulado De Magnete, onde relata as propriedades estudadas por tales e também as características de uma rocha encontrada na asia menor que possuía a propriedade atrair pequenos pedaços de ferro (NASCIMENTO, 2022).

Posteriormente foram publicados trabalhos que tratava desta mesma temática e com isso o estudos sobre eletricidade foram se firmando, chegando ate os dias atuais, onde a dividimos em eletrostática e eletrodinâmica.

2.2.5.1 ELETROSTÁTICA

A matéria é constituída por partículas elementares, sendo elas prótons, nêutrons e elétrons. A matéria possui uma propriedade física chamada carga elétrica, característica essa responsável pela interação entre portadores de carga, sendo estes os prótons e elétrons que possuem cargas de mesmo modulo.

O modulo é $e = 1,6 \times 10^{-19}$ que representa a menor quantidade de carga que pode ser encontrada na natureza. Os prótons possuem carga positiva $+1,6 \times 10^{-19}$, enquanto os elétrons $-1,6 \times 10^{-19}$ e os nêutrons são eletricamente neutros. Logo a carga de um corpo é definida pela relação:

$$Q = \pm n \cdot e \quad (2.5)$$

onde n representa a diferença entre número de prótons e elétrons do corpo.

Os materiais presente na natureza são classificados em duas categorias, em isolantes e condutores. Condutores são materiais que não dificultam a movimentação de portadores de carga, enquanto os isolantes têm uma devida oposição ao deslocamento desses portadores.

Como os corpos transferem cargas elétricas são os chamados processos de eletrização. Os três processos de eletrização da eletrostática são eletrizações por atrito, por contato e por indução.

A eletrostática é regida por dois princípios, o de atração e repulsão e o da conservação da carga elétrica. O princípio de atração e repulsão, relata a repulsão entre cargas de mesmo sinal e atração entre cargas de mesmo sinal, enquanto o princípio de conservação das cargas trata da análise de cargas em um sistema isolado, sabendo que cargas elétricas não podem ser criadas ou destruídas, esse princípio nos diz que em qualquer sistema isolado estas cargas se mantêm constante.

Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) idealizou e realizou um experimento para determinar a força de interação entre duas cargas elétricas em função da distância, esse experimento determinou o que hoje é conhecida como lei de Coulomb. Onde foi observada que força é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as cargas. Pode ser expressa matematicamente por:

$$F_e = \frac{k \cdot |Q_a| \cdot |Q_b|}{d^2} \quad (2.6)$$

Onde $|Q_a|$ e $|Q_b|$ são os módulos de cargas elétricas, d a distância entre os centros dos corpos, k é constante eletrostática, que depende do meio a qual os corpos estão (CALÇADA; SAMPAIO, 1998).

2.2.5.2 ELETRODINÂMICA

A corrente elétrica esta presente no dia de tal maneira que não percebemos sua grande relevância, ela está presente nos objetos eletrônicos, nos eletrodomésticos, pois para o funcionamento destes é necessário que haja um movimento ordenado dos portadores de cargas.

Corrente elétrica é o movimento ordenado dos portadores de cargas elétricas de um ponto para outro. A intensidade de uma corrente é dada por:

$$I_m = \frac{|Q|}{\Delta t} \quad (2.7)$$

onde Q representa a quantidade de carga que atravessa um plano num intervalo de tempo Δt . As unidades de cada grandeza, carga é coulomb (C), tempo em segundos.

Partindo da análise de fios condutores de corrente elétrica, chegamos ao conceito de resistência e resistividade. Os fios podem ser ideais, quando são perfeitos, não oferecendo resistência a passagem de corrente ou podem ser reais, quando oferece resistência a passagem da corrente, pois as colisões contante entre os elétrons e os átomos que compõe o material do fio, gerando calor, processo este conhecido como efeito joule.

A resistência elétrica é determinada pela relação que a corrente elétrica em um condutor é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada, sendo esta a primeira lei de Ohm, representada por:

$$R = \frac{U}{I} \quad (2.8)$$

Onde R é a resistência (Ohm), U a diferença de potencial elétrico (Volts) e I a intensidade da corrente elétrica (Ampère). Já na segunda Lei de Ohm, determina que a resistência elétrica do condutor tem relação direta com constituição do material e é proporcional ao seu comprimento. Sendo enunciada por:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A} \quad (2.9)$$

Onde R é a resistência(Ω), ρ é a resistividade do condutor($\Omega \cdot m$), L o comprimento(m) e A a área de secção transversal(mm^2).

A potência elétrica é uma grandeza física que mede o quanto de energia um circuito elétrico precisa para funcionar durante determinado tempo, influenciando assim no consumo de energia elétrica dos dispositivos elétricos. Quanto maior for a potência elétrica, maior será o gasto de energia. A potência elétrica pode ser usada para calcular a energia gasta em instalações elétricas (MELO, 2022). A potência elétrica mede a quantidade de energia elétrica concedida aos circuitos elétricos durante um intervalo de tempo. A unidade de medida da potência elétrica é o Watt. A potência elétrica pode ser calculada por meio de:

$$P = I \cdot U \quad (2.10)$$

onde P é a potência elétrica(W), U a tensão elétrica(v) e I corrente elétrica(A).

Os circuitos elétricos são usados para ligar dispositivos elétricos e eletrônicos de acordo com suas especificações de desempenho, referentes à tensão elétrica de operação e à corrente elétrica sustentada pelo dispositivo. Um circuito elétrico pode realizar várias funções: suprimir picos de corrente elétrica, prejudiciais para alguns aparelhos mais sensíveis; ampliar a tensão elétrica de entrada ou, até mesmo, abaixá-la; converter uma corrente alternada em uma corrente contínua; aquecer algo, entre outras (HELERBROCK, 2022).

3 METODOLOGIA

Uma oficina baseia-se na metodologia de trabalho que busca a criação de conhecimentos coletivos. Nesta ótica ela busca transferência de conhecimento de um indivíduo a outro por meio de momentos de interação, também na relação educando e educador, onde o foco total não é o educador como detentor do conhecimento. Este processo gira em torno da relação de teoria-prática (BACICH; MORAN, 2018).

O tipo de pesquisa utilizado para realização deste trabalho é a pesquisa básica, tendo em vista que o tema abordado neste trabalho é um tema pesquisado há bastante tempo, sendo esta pesquisa com um caráter qualitativo, onde foi coletado dados a partir da confecção dos experimentos e ao final dessa foi possível analisar o grau de entendimento dos alunos referente aos conceitos físicos, relativo a cada um principalmente pela busca do porquê alguns experimentos funcionaram bem e outros não. A pesquisa foi realizada na Unidade Escolar José Mendes Vasconcelos, durante as aulas do ano letivo de 2022 no segundo semestre.

O procedimento de aplicação do trabalho foi por meio de aulas práticas, onde ocorreu na forma de 4 encontros para as oficinas de foguete de garrafa pet e motor de stirlin. A primeira aula foi pautada no resgate de conceitos básicos; o segundo encontro consistiu em levar os materiais para sala, assistir video tutorial e começar o experimento; o terceiro encontro consistiu na finalização do experimento e no quarto encontro houve socialização da atividade, teste dos experimentos e discussão sobre a física presente na atividade, analisando os aspectos que contribuíram para o sucesso, ou os não favoráveis. Já a oficina de eletroscópio foi dividida em dois encontros, sendo o primeiro destinado à revisão dos conteúdos sobre eletrostática, e o segundo, realização e testagem do experimento, além da discussão sobre a física presente no trabalho.

O método de avaliação das oficinas propostas, consiste na avaliação por indicadores. Este método é fundamental para avaliar o trabalho proposto e identificar oportunidades de melhoria. Os indicadores de avaliação têm a função de apresentar os resultados de forma quantitativa ou qualitativa e podem auxiliar numericamente a avaliar os processos e medir a qualidade do serviço que é disponibilizado.

Logo, este é pautada em três pontos, satisfação dos utilizadores, produtividade e desempenho estratégico. Quanto a satisfação dos alunos frente a metodologia empregada foi possível observar grande interesse e contentamento. Com relação à produtividade foi visto grande participação, pois foram desenvolvidos muitos experimentos. Quanto ao desempenho estratégico, foi possível observar que os objetivos foram alcançados.

Segue abaixo as tabelas com as listas de materiais e suas respectivas quantidades utilizadas em cada oficina.

Tabela 1 – Lista de materiais e suas respectivas quantidades, para confecção dos foguetes de garrafa pet

MATERIAIS DO FOGUETE	QUANTIDADE
garrafa pet	2
balões	2
fita gomada	1
papelão	1 m^2
joelhos de 20 cm de diâmetro	2
T de 20 cm de diâmetro	1
cano 20 cm de diâmetro	3/2 m
cano 40 cm de diâmetro	10 cm
barbante	4 m
bicarbonato de sódio	59 g
vinagre	700 ml
estilete	1
tesoura	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Lista de materiais para confecção do motor de Stirling, com as devidas quantidades necessárias para oficina

MATERIAIS DO MOTOR	QUANTIDADE
latinha de refrigerante	2
balões	2
alicate	1
arame liso	1
joelho de 20 cm de diâmetro	1
dura pox	1
lã de aço	1
estilete	1
pedaços de espeto de madeira	2

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 – Lista de materiais para confecção do eletroscópio

MATERIAIS DO ELETROSCÓPIO	QUANTIDADE
pote vidro transparente	1
estilete	1
papel alumínio	1
tesoura	1
arame liso	1
isopor	1 m^2
fita gomada	1
cola de isopor	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção será detalhado o trabalho e qual sua relevância, além de analisar se a metodologia empregada teve êxito no processo de ensino aprendizagem dos educandos, pois cada oficina foi pensada conforme os conteúdos já vistos por cada turma.

4.1 1ª OFICINA (FOGUETE DE GARRAFA PET)

A oficina de confecção de um foguete de garrafa pet foi realizada nas turmas de 1ª série "A" e "B" do ensino médio, visto que trata-se de conceitos de cinemática e dinâmica, onde estão presente movimentos bidimensionais e leis de Newton. O primeiro encontro da oficina foi destinado a revisão de conceitos que os educandos já teriam um mínimo de contato, pois trata-se dos estudos dos movimentos, além da divisão de equipes. Foram lembrados desde conceitos simples até os de difícil fixação dos alunos, usando uma abordagem de início, expositiva e em seguida abrindo espaço para discussões por meio de questões problematizadoras.

Diante do que se vem sendo relatado há bastante tempo sobre a aula expositiva, que aponta o professor como detentor do conhecimento e o aluno como mero ouvinte, foram criando muitos tabus onde alguns pesquisadores condenam totalmente este método de aula. Não há algo totalmente errado com a aula expositiva como método de ensino. Sua imagem está tão degradada simplesmente em razão do uso ou mau uso que se faz dela. Isto é, muitas vezes a aula expositiva é o único recurso instrucional utilizado, tornando-se, portanto, rotineiro e levando a um desgaste natural. Em outros casos, ela é usada em situações inoportunas ou é mal elaborada, afetando decisivamente sua imagem e conduzindo baixos resultados em termos de aprendizagem. Infelizmente, na maioria das vezes, ocorre ainda uma indesejável combinação entre essas duas possibilidades, o que leva ao uso excessivo de aulas expositivas mal ministradas (MOREIRA, 1985).

Durante o primeiro encontro expositivo de conteúdos, houveram espaços para perguntas, quebrando este ciclo dos alunos serem apenas ouvintes. Estes, fizeram perguntas referentes a conceitos importantes da cinemática, tais como referenciais, velocidade e sobre qual o melhor ângulo de lançamento oblíquo, evidenciando assim o interesse pelo conteúdo exposto. O segundo encontro já foi destinado a juntar os materiais em sala, materiais estes, que foram listados com antecedência para que eles trouxessem no dia referente a oficina. Neste encontro, ainda foi iniciada a oficina de construção do foguete, onde o primeiro passo foi assistir em sala de aula, um vídeo de confecção de foguete do manual do mundo como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Video de confecção do foguete de garrafa pet, feito por Iberê.



Fonte: (Manual do mundo, 2023).

"Apesar de a ideia de o uso de recursos audiovisuais não ser nada novo na educação, a introdução desses recursos para o ensino de fenômenos físicos tem um caráter inovador e supera o viés do ensino tradicional".(BEZERRA et al., 2021). Diante do que o autor relata, os recursos audiovisuais são um poderoso aliado no processo de ensino aprendizagem, visto que, mesmo que o docente não tenha destreza na confecção de um experimento, pode recorrer a video tutorial no YouTube. Como foi o caso relatado no segundo encontro, onde o docente em vez de ficar apenas numa explicação oral de como confeccionar seu experimento, recorreu ao uso deste recurso, sendo ponto de partida da prática experimental desenvolvida no decorrer da oficina.

O terceiro encontro foi destinado à continuação da construção, visto que o docente estava acompanhando e construindo um modelo para auxiliar e servir como modelo. Os alunos que não levaram material para a confecção, ficaram responsáveis pela construção da base, pois o docente cedeu material para esta confecção e orientou, mesmo após a maioria dos alunos terem visto o video tutorial.

Com isso, as atividades foram orientadas pelo docente a fim de desenvolver o trabalho, para que a partir deste ensino prático, alcançar uma aprendizagem significativa. Durante o terceiro encontro houve muita participação dos alunos, onde muitos concluíram seus trabalhos, e já estavam bastante ansiosos para realizar os lançamentos, mas os alunos que haviam concluído seu foguete, foram direcionados a ajudar os demais que estavam com dificuldades para confeccionar.

A figura 10 mostra os alunos em sala de aula confeccionando seus foguetes sob a orientação do docente, para que não houvesse nenhum acidente durante o manuseio de ferramentas cortantes. Ainda neste encontro, alguns alunos que não estavam no segundo encontro tiveram um pouco de dificuldade, pois haviam perdido o video tutorial, logo, necessitaram de um acompanhamento maior que os demais, mas no decorrer do encontro realizaram o trabalho com bastante eficiência.

Figura 10 – Confeção do foguete em sala de aula, cada grupo desenvolvendo seu experimento

Fonte: Arquivo pessoal - confecção do foguete.

No quarto encontro, ocorreram os lançamentos de todos os foguetes confeccionados, para isso, cada grupo ficou responsável por levar vinagre, sendo responsabilidade do professor levar bicarbonato de sódio.

Figura 11 – Primeiro lançamento do foguete, onde o mesmo alcançou uma longa distância.

Fonte: Arquivo pessoal - Lançamento do foguete.

A figura 11 mostra o primeiro teste, onde a base mostrou bastante eficiência e o foguete teve um logo alcance, superando as expectativas, pois foram usados 3 colheres de sopa de bicarbonato e 700 ml de vinagre, como combustível.

Durante a aplicação da oficina foi possível analisar que alguns alunos se opuseram de início a metodologia oferecida, mas com o decorrer dos encontros houve um grande interesse por querer fazer o trabalho, o que rendeu 10 foguetes prontos para lançamento. Ao fim da oficina foram feitos lançamentos dos foguetes, dos 10 confeccionados, apenas 9 tiveram êxito, pois

apenas 1 não conseguiu ser lançado, por ter vazado gás durante a reação. Assim, graças a oficina de foguete foi possível constatar que

O aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003, p. 39)

4.2 2ª OFICINA (MOTOR DE STIRLING)

A oficina de confecção de um motor de Stirling foi realizada nas turmas de 2º ano "a" e "b" do ensino médio, visto que trata conceitos de termodinâmica, onde estão presentes fenômenos relacionados às leis da termodinâmica. No primeiro encontro foi tratado da revisão dos conceitos da termodinâmica, tendo como foco central suas leis e aplicação, no dia a dia.

Assim como na oficina anterior, foi feita uma aula expositiva do conteúdo, abrindo espaços para discussões sobre conceitos térmicos presentes no dia a dia. Os educandos questionaram sobre as aplicações das leis da termodinâmica no seu dia a dia, levando o docente a responder que elas estão presentes em todos os processos que envolvem a mudança de estado e que sua aplicação vai desde as máquinas térmicas à meteorologia, com a medição de pressão e temperatura, umidade relativa do ar.

No segundo encontro foi feita a divisão de grupos e seleção dos materiais que seriam necessários para a confecção do motor. Neste encontro o docente forneceu a lista de materiais que seriam necessários para o desenvolvimento da atividade, discutindo quais os de fácil acesso, e averiguando quais teriam maior dificuldade para encontrar e assim ajudá-los nesta busca.

No terceiro encontro foi destinado ao início da confecção do motor, onde o primeiro passo era assistir a um vídeo tutorial de construção e em seguida colocar o que foi visto em prática. A primeira parte feita pelos alunos foi cortar as latinhas, marcaram com pincel o local a ser cortado, em seguida colocaram o joelho na latinha inferior, sempre perguntado ao docente como fazer, mesmo após terem visto o vídeo tutorial.

A Figura 12 mostra o vídeo de confecção do motor de Stirling, onde detalha passo a passo o procedimento, além de dar dicas valiosas para que o motor funcione. No quarto encontro foi a conclusão da confecção do motor e teste quanto ao funcionamento, além de ser uma verificação para identificação de problemas, como mostra a Figura 13, onde vemos um motor finalizado.

Durante esta oficina não houve oposição por parte dos alunos, se mostraram bastante interessados em fazer o trabalho, alguns ficaram frustrados por seus motores não terem funcionado de primeira, o que levou à busca do problema e em seguida à solução. Foram confeccionados 10 motores e destes apenas 3 tiveram êxito no funcionamento durante o primeiro teste. Os demais obtiveram sucesso, após a identificação e correção do problema.

Figura 12 – Video de confecção do motor, o video mostra o passo a passo da construção do motor de Stirling de latinhas.



Fonte: (Prof. Ivo, 2023) - Video de confecção do motor.

Figura 13 – Motor finalizado, a figura mostra um dos motores confeccionados pelos alunos.



Fonte: Arquivo pessoal- Motor finalizado.

Nesta etapa de correção foram sanadas as dúvidas sobre o ciclo Stirling, as leis termodinâmicas presente no trabalho. Foi relatado que motor de Stirling é um motor de calor, que funciona em um ciclo fechado – sem a saída dos gases para o exterior do motor. O ciclo Stirling é considerado simples, pois funciona basicamente com a alternância entre o aquecimento e o resfriamento, expansão e contração do gás, em dois níveis de temperatura.

Também nesta etapa de discussão surgiu o seguinte questionamento por parte dos alunos: quais as vantagens e desvantagens do motor do Stirling? Levando o docente a responder que este motor causa pouca poluição, é silencioso, além de utilizar praticamente qualquer fonte de

calor como combustível: gasolina, diesel, energia solar, calor geotérmico; é um motor de alto rendimento – sua eficiência depende exclusivamente da diferença de temperatura entre suas câmaras quente e fria, assim como o Ciclo de Carnot. Quanto as desvantagens, foi exposto que esses motores são pouco populares, seu custo de produção é elevado; o sistema de vedação do gás utilizado nas câmaras é de difícil controle; mudar a velocidade de rotação desse tipo de motor é um processo complexo.

4.3 3ª OFICINA (ELETROSCÓPIO)

A oficina de confecção de um eletroscópio foi realizado nas turmas de 3º ano "a" e "b" do ensino médio, visto que trata conceitos relacionados a eletricidade, onde estão presente princípios da eletrostática.

Esta oficina ocorreu em dois momentos, pois é uma oficina de rápida construção do experimento. No primeiro momento, foi feito um apanhado sobre os conceitos iniciais da eletrostática, desde noções de cargas até lei de Coulomb, e em seguida deu início a confecção dos eletroscópios. Os próprios alunos construírem sua bolinha de isopor (o docente levou uma folha de isopor de um metro quadrado, instruiu os alunos a construírem bolinha).

Cada grupo cortavam 5 quadradinhos do isopor, na dimensão de 5cm x 5cm, em seguida colava com cola de isopor, os quadradinhos um sobre o outro ate forma praticamente um cubo, para assim começar a lapidar esta figura, até chegar na forma geométrica mais próxima da esfera. No segundo momento desta oficina foi dado continuidade aos experimentos. Aos que já haviam sido concluídos foram testados e averiguado a física presente neste, como mostra a Figura 14.

Figura 14 – Eletroscópio concluído, onde professor junto alguns alunos mostram os primeiros eletroscópios construídos.



Fonte: Arquivo pessoal- eletroscópio concluído.

Ao fim da oficina foram contabilizados 10 eletroscópios, onde todos funcionaram corretamente e foi possível analisar a física dos experimentos. Esta oficina foi bastante relevante nesta

turma de 3ª ano, pois as turmas "a" e "b" eram pequenas (muitos alunos desistentes). Nesta turma foram dois anos em ensino médio remoto, que por se tratar de grande parte dos alunos serem da zona rural do município e não terem acesso à internet, possuíam grande defasagem quanto a muitos conceitos iniciais de muitas disciplinas. Eles ficaram muito alegres e interessados na confecção do trabalho, evidenciando o grande interesse pelo ensino lúdico.

Durante aplicação das oficinas foi possível observar que muitos dos alunos possuem habilidades praticas, passadas despercebidas no atual método de avaliação que é uma prova objetiva. Um exemplo foi um aluno X da turma de 1 ano, onde possui baixo rendimento acadêmico, mas que durante as oficinas mostrou ter grande praticidade na confecção dos foguetes.

Isso revela a importância de estar levando métodos diferentes para sala de aula, fugir um pouco do tradicional, possibilitar uma forma diferente de avaliar no contexto escolar. A avaliação escolar é regida pela teoria e uma prática pedagógica, como afirma Caldeira (1997, p. 122):

A avaliação escolar é um meio e não um fim em si mesma; está delimitada por uma determinada teoria e por uma determinada prática pedagógica. Ela não ocorre num vazio conceitual, mas está dimensionada por um modelo teórico de sociedade, de homem, de educação e, conseqüentemente, de ensino e de aprendizagem, expresso na teoria e na prática pedagógica.

Dentro desse contexto avaliativo, as oficinas servem como metodologia de avaliação de forma prática, onde durante a realização do trabalho é feita esta análise do porquê o trabalho funciona ou não funcione, sempre levando a este questionamento, logo a busca do conhecimento por interesse próprio.

Durante cada etapa da oficina o docente observou alguns pontos relevantes para análise da metodologia aplicada, sendo eles o interesse dos alunos em participar, observou também a relação dos alunos na compreensão dos conteúdos propostos, observando que estes estavam relacionando de maneira significativa teoria e prática. Primeiramente os temas abordados nas oficinas eram temas que já tinham sido trabalhados em sala, que apesar de os alunos relatarem que não havia compreendido o assunto, mas durante o primeiro encontro da oficina foi perceptível que eles não estavam vazios de conteúdos, que possuíam um conhecimento, mesmo que assombrados pela aplicação de cálculos matemáticos na resolução de problemas de física.

O video com o tutorial de como realizar o experimento foi apresentado em sala de aula, utilizando os recursos que consistiam no notebook do docente contendo o video e projetor cedido pela escola para o trabalho. O video só foi mostrado uma única vez em sala, para que servisse como ponto de partida inicial, mas que não fosse seguido passo a passo, como algo copiado, salientando que o docente repassou o link do video, caso algum aluno com internet quisesse rever em casa.

A utilização de recursos visuais durante as oficinas é um ótimo aliado, servindo como grande motivador. Conforme afirma Xavier et al. (2010, p. 95) "esses aspectos, de certa forma,

inovadores para os informantes em termos do ensino da Física, contrapõem-se ao método tradicional ao qual estão habituados a vivenciar cotidianamente em suas salas de aula". Houve relatos de alunos que só conseguiram realizar as atividades propostas pelas oficinas porque haviam assistido ao vídeo, visto que na maioria do tempo durante essas práticas, muitos alunos ficam bastante ociosos, chegando a prejudicar o acompanhamento dos demais.

A habilidade de construir é algo que poucos possuem, mas cabe salientar que a busca por aprender é um fator primordial para ruptura deste paradigma. Durante as oficinas foi comprovado que perante a parte prática de execução, os meninos têm um engajamento maior, não excluindo as meninas, mas revelando um fato presente nas oficinas. Outro fato bem interessante é que os estudantes do sexo masculino, apesar de terem um engajamento maior, as poucas estudantes do sexo feminino que se engajaram mostraram uma grande habilidade de confecção, tanto nas oficinas de foguete e eletroscópio. Os melhores trabalhos foram aqueles produzidos por grupos femininos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A missão deste trabalho é contribuir de alguma forma para o ensino de Física de maneira diferente ao ensino tradicional, motivando o uso de recursos visuais e materiais presente no dia a dia. Em resumo, neste trabalho, destaca-se que a oficina de foguete de garrafa pet trata da importância do estudo dos movimentos e quais fatores são de grande relevância para o dia a dia do aluno. A metodologia aplicada nesta oficina salientou que o conhecimento científico associado a uma abordagem de fácil compreensão, que considera os conhecimentos prévios dos participantes, tem grande poder para que os mesmos transformem hábitos e compreendam a importância de conhecer os conceitos básicos que regem a cinemática e que estão bastante visíveis no cotidiano.

A oficina de motor de Stirling revela a possibilidade de trabalhar conceitos físicos de termodinâmica que os alunos têm dificuldade de fixação, relacionando de forma simples com experimentos rápidos. Esses conhecimentos são importantes para o entendimento sobre os fenômenos que regem algumas máquinas que são de bastante usadas no dia a dia, como motocicletas, carros e ônibus.

A oficina de eletroscópio mostra a relevância dos fenômenos eletrostáticos, e a parte inicial dos conceitos de eletricidade. Considerou-se importante relacionar os conceitos de eletricidade com materiais de fácil acesso, pois assim foi de fácil visualização da física por parte dos alunos.

A abordagem pedagógica mostrada neste trabalho procura de forma clara evidenciar o conhecimento científico compartilhado, de maneira contextualizada e utilizado recursos simples, que motivem a procura e busca pelo conhecimento. De tal forma, aguçar a curiosidade do aluno pelo conhecimento, assim torná-lo um indivíduo ativo em suas funções perante sua comunidade.

Os objetivos propostos pelo trabalho foram alcançados, pois em cada oficina houve bastante engajamento dos alunos e muitas discussões sobre a física presente em cada trabalho desenvolvido. Considerando que o ensino atual cobra para fugir um pouco do método tradicional e buscar novas metodologias de ensino, para que assim desperte o interesse do aluno pela aprendizagem, ao propor as três oficinas deste trabalho, mostra-se uma metodologia diferente da utilizada habitualmente na sala de aula, onde os alunos aprendem física, na prática por meio da relação direta da construção dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. P. *aprendizagem significativa*. 2016. 14
- AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. *Lisboa: Plátano*, v. 1, 2003. 14
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Tradução: Nick, e. *Psicologia educacional*. *Rio de Janeiro: Interamericana*, 1980. 15
- BACICH, L.; MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. [S.l.]: Penso Editora, 2018. 30
- BAGNARA, S. R. et al. Oficinas pedagógicas de física: uma proposta de complemento às aulas de física. 2020. 16, 17
- BAZIN, M. et al. *Three years of Living Science: Learning from experience. Science Literacy Papers*. [S.l.]: Oxford, 1987. 17
- BEZERRA, J. M. B. et al. Ensinando conceitos da física através de inconsistências em desenhos animados. *Pesqueira*, 2021. 33
- CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. *Eletricidade*. [S.l.]: São paulo: saraiva, 1998. volume 3. 27
- CALDEIRA, A. M. S. Avaliação e processo de ensino-aprendizagem. *Presença Pedagógica, Belo Horizonte*, v. 3, n. 17, p. 20, 1997. 38
- CAMPOS, B. et al. Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. *Revista Brasileira de ensino de Física, SciELO Brasil*, v. 34, p. 1402–1, 2012. 12
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. [S.l.]: Editora Paz e terra, 2014. 17
- FÍSICA, I. de. *CICLO STIRLING*. 2022. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/ciclo_stirling.htm>. Acesso em: 10 dezembro 2022. 26
- GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. Física. *São Paulo: Ática*, v. 1, p. 2, 2016. 18
- HELERBROCK, R. *Circuitos elétricos*. 2022. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/circuitos-eletricos.htm>>. Acesso em: 28 dezembro 2022. 29
- HELOU, R.; BISCUOLA, G.; BÔAS, N. Tópicos de física. vol. 2. *São Paulo*, 2007. 23, 24
- HELOU, R.; GUALTER, J.; NEWTON, V. Tópicos de física 1–mecânica. *Editora Saraiva, São Paulo*, 2007. 21, 22
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, p. 299–313, 1994. 17
- Manual do mundo. *FOGUETE TURBINADO: VOA MUITO LONGE*. 2023. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hLs4yXlty8Q&t=10s>>. Acesso em: 02 janeiro 2023. 33

- MELO, P. R. *Potência elétrica*. 2022. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/potencia-eletrica.htm>>. Acesso em: 27 dezembro 2022. 28
- MOREIRA, M. A. Atividade docente na universidade: alternativas instrucionais. *Instituto de Física–UFRGS. Disponível em: Acesso em*, v. 2, 1985. 32
- MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. [S.l.]: Editora pedagógica e universitária São Paulo, 1999. v. 2. 15, 16
- MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. [S.l.]: Editora Universidade de Brasília, 2006. 15
- NAPOLITANO, H. B.; LARIUCCI, C. Alternativa para o ensino da cinemática. Universidade Estadual da Paraíba, 2016. 19
- NASCIMENTO, E. *HISTÓRIA DA ELETRICIDADE*. 2022. Disponível em: <<http://www.univasf.edu.br/~edmar.nascimento/iee/1HistoriaEletricidade.pdf>>. Acesso em: 20 dezembro 2022. 26
- PAVIANI, N. M. S. Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência. *CONJECTURA: filosofia e educação*, v. 14, n. 2, 2009. 17
- Prof. Ivo. *Tutorial Motor Stirling Fácil*. 2023. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=5alPy0rcCJE>>. Acesso em: 02 janeiro 2023. 36
- RAMOS, E. M. d. F. *A circunstância e a imaginação: o ensino de Ciências, a experimentação e o lúdico*. Tese (Doutorado) — Tese de doutoramento, Faculdade de Educação, USP, 1997. 17
- SÉRÉ, M.-G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 20, n. 1, p. 30–42, 2003. 35
- SILVA, D. O. et al. Metodologias ativas de aprendizagem: relato de experiência em uma oficina de formação continuada de professores de ciências. 2019. 12
- XAVIER, C. H. G. et al. O uso do cinema para o ensino de física no ensino médio. *Experiências em ensino de ciências*, v. 5, n. 2, p. 91–105, 2010. 38

ANEXO A – OFICINA DE FOGUETES DE GARRAFA PET







ANEXO B – OFICINA MOTOR DE STIRLING











ANEXO C – OFICINA DE ELETROSCÓPIO







