

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

**Atividades experimentais no ensino de física no CESEC: evidenciando o uso
de indicações circunstanciais**

Nilcelene Maria de Laia Souza
Magister Scientiae

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

NILCELENE MARIA DE LAIA SOUZA

**Atividades experimentais no ensino de física no CESEC: evidenciando o uso
de indicações circunstanciais**

Dissertação Mestrado Profissional
apresentada à Universidade Federal de
Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Ensino
em Física (Profissionalizante), para
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Regina Simplicio Carvalho

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

S729a
2025 Souza, Nilcelene Maria de Laia, 1987-
Atividades experimentais no ensino de física no CESEC::
evidenciando o uso de indicações circunstanciais / Nilcelene
Maria de Laia Souza. – Viçosa, MG, 2025.
1 dissertação eletrônica (169 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Regina Simplício Carvalho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Física, 2025.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.190>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Física - Experiências.
3. Educação de adultos. 4. Sinais e símbolos. 5. Semiótica.
I. Carvalho, Regina Simplício, 1962-. II. Universidade Federal
de Viçosa. Departamento de Física. Programa de Pós-Graduação
em Física. III. Título.

CDD 22. ed. 530.07

NILCELENE MARIA DE LAIA SOUZA

Atividades experimentais no ensino de física no CESEC: evidenciando o uso de indicações circunstanciais

Dissertação Mestrado Profissional apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Física (Profissionalizante), para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 31 de janeiro de 2025.

Assentimento:

Nilcelene Maria de Laia Souza
Autora

Regina Simplicio Carvalho
Orientadora

Essa dissertação mestrado profissional foi assinada digitalmente pela autora em 15/04/2025 às 12:22:42 e pela orientadora em 15/04/2025 às 15:25:31. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **TCMD.UBRL.HFZI** e clique no botão 'Validar documento'.

Dedico este trabalho, com todo o meu amor e gratidão, ao meu marido Amilton Eduardo de Souza e aos meus filhos, Maria Cecília Laia Souza e Benjamin Eduardo Laia Souza.

AGRADECIMENTOS

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

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado a vida, saúde, me protegido e guardado de todos os males e todos os perigos, ter me dado forças para seguir e ter permitido que eu concluísse essa etapa da minha vida.

Agradeço a Nossa Senhora Aparecida, minha fiel intercessora, que está sempre segurando minha mão e me guardando de todo mal.

Agradeço aos meus pais, Iolando e Florinda, que mesmo sem nunca terem sentado em um banco de escola, como eles mesmo dizem, nunca mediram esforços para colaborar e contribuir para que eu estudasse e tivesse a formação que tenho hoje.

Agradeço a cada um dos meus professores que tanto se empenharam para que conseguíssemos levar deste curso conhecimentos significativos.

Agradeço à minha orientadora, Professora Regina. Tenho certeza de que Deus a enviou para me guiar, sabendo que ela seria a orientadora perfeita para mim. Sua paciência, tranquilidade, compreensão e orientação precisa foram fundamentais para o meu bom êxito.

Agradeço ao meu coorientador, Professor Alexandre, pelas orientações que foram de suma importância para conclusão dessa dissertação.

Agradeço aos meus colegas, amigos que esse mestrado me deu. Todos foram muito importantes durante esse período e serão parte das lembranças boas que guardarei por toda a vida.

Agradeço aos estudantes e todos os profissionais do Cesec Professor Paulo Roberto Reis de Almeida, onde realizei essa pesquisa. A colaboração de todos foi de suma importância para escrita dessa dissertação.

Por fim, meu agradecimento mais profundo vai para aqueles que são meu refúgio, meu abrigo, meu consolo, meu ponto de partida e também de chegada, os que tem abraços onde eu sempre quero estar.

Meu muito obrigada ao meu amado marido, Amilton, que com sua tranquilidade, paciência e otimismo me impulsionaram. Obrigada por cuidar tão bem de mim, dos nossos filhos e por acreditar em mim mais do que eu mesma. Minha eterna gratidão por estar ao meu lado e contribuir tanto para a realização deste sonho.

Agradeço a minha princesinha, Maria Cecília, por compreender que a mamãe precisava estudar e por embarcar nessa aventura comigo sem nunca reclamar. Obrigada por ser tão compreensiva, carinhosa e por me dar tanta força durante esses anos. Você é o meu sol nascente, a luz dos

meus dias.

Agradeço ao meu pequeno físico, Benjamin, que começou o mestrado ainda na barriga da mamãe e esteve comigo durante todo o período de aulas e escrita da dissertação. Obrigada por sua calma, mansidão, paciência e me ensinar a ser perseverante nos meus objetivos.

Agradeço também à nossa querida “Bá”, Adórote, que sempre esteve conosco, cuidando das crianças com tanto carinho e dedicação. Eu sempre me senti em paz quando estava com elas, pois sei do seu amor e dedicação aos meus filhos.

Cada um de vocês, a sua maneira, colaboram para que eu pudesse concluir essa etapa. Muito obrigada a todos!

RESUMO

SOUZA, Nilcelene Maria de Laia, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2025. **Atividades experimentais no ensino de física no CESEC: evidenciando o uso de indicações circunstanciais.** Orientadora: Regina Simplicio Carvalho.

O presente trabalho aborda o ensino de Física no contexto do Centro Estadual de Educação Continuada (CESEC) em Minas Gerais. Este ambiente educacional enfrenta desafios específicos, uma vez que os CESECs atendem jovens e adultos que, por diferentes razões, não concluíram seus estudos no período regular. Na modalidade de ensino oferecida por essas instituições, o currículo é flexível, permitindo a matrícula por componente curricular e dividindo o conteúdo em módulos que exigem trabalhos e provas para aprovação. Os alunos cursam onze disciplinas do Ensino Médio, incluindo física, e os professores se empenham em atender às necessidades de aprendizado individuais de cada aluno. A presente proposta utilizou experimentação, tanto virtual quanto presencial, integrando indicações circunstanciais para facilitar a compreensão de conceitos físicos. Foram desenvolvidas aulas experimentais que abordam temas essenciais da Física, como grandezas físicas e unidades de medida, movimento retilíneo uniforme, energia potencial gravitacional, dilatação térmica dos sólidos e o processo de eletrização por atrito. Essas aulas tiveram como objetivo proporcionar uma compreensão prática e aprofundada desses conceitos, promovendo uma integração eficaz entre teoria e prática no ensino de Física. As aulas foram adaptadas aos princípios da andragogia, com foco na orientação e motivação dos estudantes para a aprendizagem. O estudo visa demonstrar que, mesmo em um modelo de ensino semipresencial, a adoção de abordagens experimentais é não apenas viável, mas também eficaz no contexto do processo de ensino-aprendizagem. A análise comparativa dos resultados de testes aplicados antes e após as aulas experimentais revela uma evolução significativa no aprendizado dos estudantes, evidenciando que tais metodologias contribuem de maneira substancial para a aquisição e consolidação dos conhecimentos. Isso indica que, os CESECs, além de possibilitarem a conclusão formal dos estudos, podem promover também uma formação que vai além do diploma, permitindo aos alunos desenvolverem conhecimentos aplicáveis e relacionáveis com situações do cotidiano, ampliando, assim, suas competências para a vida prática.

Palavras-chave: Ensino de física;; Experimentação;; Andragogia;; Signos;;
Semiótica

ABSTRACT

SOUZA, Nilcelene Maria de Laia, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January, 2025. **Experimental activities in physics teaching at CESEC: highlighting the use of circumstantial prescription.** Adviser: Regina Simplicio Carvalho.

The present work addresses the teaching of Physics in the context of the State Center for Continuing Education (CESEC) in Minas Gerais. This educational environment faces specific challenges, as CESECs serve young people and adults who, for various reasons, did not complete their studies in the regular period. In the teaching model offered by these institutions, the curriculum is flexible, allowing enrollment by subject and dividing content into modules that require assignments and exams for approval. Students take eleven high school subjects, including Physics, and teachers strive to meet each student's individual learning needs. This proposal utilized experimentation, both virtual and in-person, integrating circumstantial indications to facilitate the understanding of physical concepts. Experimental classes were developed to cover essential Physics topics such as physical quantities and units of measurement, uniform rectilinear motion, gravitational potential energy, thermal expansion of solids, and the process of electrification by friction. These classes aimed to provide a practical and in-depth understanding of these concepts, promoting effective integration between theory and practice in Physics teaching. The classes were adapted to the principles of andragogy, focusing on guiding and motivating students for learning. The study seeks to demonstrate that, even in a semi-presential teaching model, the adoption of experimental approaches is not only feasible but also effective in the teaching-learning process. Comparative analysis of test results applied before and after the experimental classes reveals a significant improvement in student learning, showing that such methodologies substantially contribute to the acquisition and consolidation of knowledge. This indicates that, in addition to enabling the formal completion of studies, CESECs can also foster an education that goes beyond the diploma, allowing students to develop knowledge applicable and relatable to everyday situations, thus enhancing their skills for practical life.

Keywords: Physics teaching;; Experimentation; ; Andragogy; ; Signs; ; Semiotics

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Signo.....	16
Figura 2. Aprendizagem experiencial como o processo que relaciona educação, trabalho e desenvolvimento pessoal.....	21
Figura 3. A posição é indicada em um eixo que utiliza unidades de comprimento, como metros, e que se estende infinitamente para os dois lados. O eixo, que pode ser chamado de "x" ou "s", normalmente tem seu nome exibido na parte positiva em relação à origem.....	29
Figura 4: Trabalho de uma força variável $F(x)$ atuando sobre uma partícula que se desloca do ponto inicial x_1 ao ponto final x_2	33
Figura 5: Energia de ligação em função da distância interatômica em um sólido cristalino com distribuição de energia simétrica.....	40
Figura 6: Energia de ligação em função da distância interatômica em um sólido cristalino com distribuição de energia assimétrica.....	41
Figura 7. Para variações moderadas de temperatura, dl é diretamente proporcional a dt	44
Figura 8. Quando um objeto passa por dilatação térmica, quaisquer buracos existentes no objeto também se dilatam.....	46
Figura 9. Bastão de vidro sendo atritado com um pedaço de seda.....	48
Figura 10. Instrumentos de medida de grandezas físicas.....	59
Figura 11. Regra de conversão de unidades de comprimento.....	61
Figura 12. Regra de conversão de unidades de massa.....	61
Figura 13. Regra de conversão de unidades de tempo.....	61
Figura 14. Momento em que o carrinho de brinquedo percorria o espaço demarcado de 2 metros.....	63
Figura 15. Movimento da bolha de ar dentro do tubo com óleo.....	65
Figura 16. Experimento demonstrativo de conservação da energia.....	69
Figura 17. Aparato experimental para demonstração da dilatação superficial.....	72
Figura 18. Ilustração do experimento sobre dilatação superficial.....	73
Figura 19. Rodas de carro de boi.....	74
Figura 20. Carro de boi em Caetité, bahia.....	74
Figura 21. Demonstração do processo de eletrização por atrito.....	77
Figura 22. Alunos realizando experimento sobre eletrização por atrito.....	77

Figura 23. Processo de eletrização por atrito.....	80
Figura 24. Cabo de guerra eletrostático.....	80
Figura 25. Momento da aula em que a professora faz uso de analogias e metáforas para explicação do conteúdo.....	82
Figura 26. Momento da aula em que a professora faz uso da contextualização para explicação do conteúdo.....	83
Figura 27. Momento da aula em que a professora faz uso de exemplos comparativos na explicação da energia cinética.....	84
Figura 28. Momento da aula em que a professora faz perguntas para direcionar o raciocínio dos estudantes sobre dilatação.....	84
Figura 29. Processo de eletrização por atrito.....	85
Figura 30. Instrumentos de medida.....	89
Figura 31. Resposta de um aluno Q2T2U1.....	90
Figura 32. Copo de medida.....	91
Figura 33. Resposta de um aluno Q4T2U1.....	91
Figura 34. Medida do palmo.....	91
Figura 35. Resposta de um aluno Q6T2U1.....	92
Figura 36. Carro em movimento em uma pista reta.....	93
Figura 37. Carro em movimento em uma pista curva.....	93
Figura 38. Veículo em movimento.....	94
Figura 39. Resposta de um aluno Q2T2U2.....	94
Figura 40. Ciclista em movimento.....	95
Figura 41. Resposta de um aluno Q3T2U2.....	95
Figura 42. Resposta de um aluno Q4T2U2.....	96
Figura 43. Usina hidrelétrica de Itaipu, maior usina hidrelétrica das américas.....	97
Figura 44. Menina descendo de um escorregador.....	98
Figura 45. Em corte, parte da produção de energia elétrica em uma usina hidrelétrica.....	98
Figura 46. Resposta de um aluno Q2T2U3.....	99
Figura 47. Ilustração de maçãs em uma macieira.....	99
Figura 48. Resposta de um aluno Q4T2U3.....	100
Figura 49. Resposta de um aluno Q2T1U4.....	101
Figura 50. Resposta de um aluno Q3T1U4.....	101
Figura 51. Copos “agarrados”.....	101

Figura 52. Demonstração de um processo de dilatação.....	102
Figura 53. Cerâmicas estufadas e quebradas.....	102
Figura 54. Resposta de um aluno Q2T2U4.....	103
Figura 55. Resposta de um aluno Q1T1U5.....	104
Figura 56. Pedacos de papel atraídos por um pente.....	104
Figura 57. Resposta de um aluno Q4T1U5.....	105
Figura 58. Esferas metálicas em processos de atração e repulsão.....	105
Figura 59. Resposta de um aluno Q2T2U5.....	105
Figura 60. Balão atraindo fios de cabelo.....	106
Figura 61. Resposta de um aluno Q3T2U5.....	106
Figura 62. Resposta de um aluno Q4T2U5.....	106
Figura 63. Resposta de um aluno Q5T2U5.....	107

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1 SEMIOLOGIA.....	16
3.2 INDICAÇÃO CIRCUNSTANCIAL.....	19
3.3 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	20
3.4 O USO DA EXPERIMENTAÇÃO PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	22
3.5 ANDRAGOGIA.....	25
3.6 A AFETIVIDADE NO PROCESSO DE ENSINO E NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS.....	26
4 CONTEÚDO DE FÍSICA	28
4.1 MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME.....	28
4.2 ENERGIA, ENERGIA POTENCIAL E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.....	31
4.3 DILATAÇÃO TÉRMICA.....	39
4.4 PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO.....	47
5 METODOLOGIA	50
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
6.1 UNIDADE 1: MEDIDAS DE GRANDEZAS FÍSICAS.....	58
6.2 UNIDADE 2: MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME-MRU.....	62
6.3 UNIDADE 3: ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL, ENERGIA CINÉTICA E CONSERVAÇÃO ENERGIA.....	67

6.4 UNIDADE 4: DILATAÇÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS- DILATAÇÃO SUPERFICIAL.....	70
6.5 UNIDADE 5: ELETRIZAÇÃO POR ATRITO.....	75
6.6 INDICAÇÕES CIRCUNSTANCIAIS.....	81
6.7 A AFETIVIDADE NO PROCESSO DE ENSINO E NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS.....	85
6.8 RESULTADOS DOS TESTES.....	88
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	111
8 REFERÊNCIAS	113
9 APÊNDICE.....	117
9.1 PRÉ-TESTE.....	117
9.2 PÓS-TESTE.....	121
9.3 PRODUTO EDUCACIONAL.....	127

1. INTRODUÇÃO

Ensinar física é um desafio, e no contexto do Centro Estadual de Educação Continuada (CESEC), um desafio ainda maior. Os CESECs são escolas da Rede Estadual de Ensino de Minas Gerais que atendem jovens e adultos que não concluíram seus estudos na idade de direito (SEE/MG, 2023). Os cursos nos CESECs funcionam em um regime didático de matrícula por componente curricular (disciplina) ou conjunto de componentes curriculares, incluindo momentos presenciais e não presenciais. Para matricular-se no Ensino Médio do CESEC, o interessado deve possuir no mínimo quinze anos para o ensino fundamental e dezoito anos para o ensino médio, podendo efetivar a sua matrícula em qualquer dia do ano. O curso é gratuito e o aluno pode optar por cursar um ou mais componentes curriculares. O ensino é organizado em módulos, e para cada módulo, de cada uma das disciplinas são exigidos um trabalho e uma prova. Para obter aprovação, a nota mínima é 50% e o certificado de Conclusão (ou parcial) será expedido pelo próprio CESEC ao aluno que atingir a pontuação exigida para aprovação. São onze as disciplinas do Ensino Médio: Língua Portuguesa e Literatura, Matemática, História, Geografia, Biologia, Química, Física, Inglês, Artes, Filosofia e Sociologia. Essa matriz curricular é pautada na Resolução SEE nº 2943, de 18 de março de 2016. A partir de 2024, a Resolução SEE nº 4.955, de 5 de fevereiro de 2024 foi publicada e, de acordo com esta, os CESECs passam a funcionar, a partir de então, no sistema EAD, com apenas 20% da carga horária destinada a atividades presenciais e novas disciplinas serão incluídas no currículo básico de acordo com a BNCC.

No componente curricular: física, os alunos estudam cinemática, dinâmica, energia, termologia, óptica e movimento ondulatório e, eletrodinâmica. No presente trabalho, para cada tema do componente curricular foi eleito um conceito a ser trabalhado por meio de experimentação virtual ou presencial, em que foram analisadas as indicações circunstanciais emitidas pela professora que contribuíram para o entendimento, pelos alunos, dos conceitos físicos. Os signos do tipo indicação circunstancial foram analisados no processo discursivo em sala de aula durante a construção de significados dos conceitos envolvidos nas diferentes experimentações. As indicações circunstanciais são um tipo de signo utilizado para “subsidiar as mensagens que são transmitidas por meio de sinais” (Godoy, Laburú, 2021, p. 3530).

Os alunos do CESEC, no ensino médio, são adultos, e os princípios fundamentais da aprendizagem de adultos, apresentados pela andragogia, foram utilizados com vistas a possibilitar a construção de processos de aprendizagem mais eficazes pela professora regente, entre estes estão incluídos: orientação e motivação para aprender (Knowles; Holton III; Swanson, 2005).

No ensino de Física em um CESEC podem haver abordagens didáticas que favoreçam a construção do conhecimento de forma significativa, especialmente por se tratar de um público adulto. Nesse contexto, o desenvolvimento de aulas experimentais torna-se uma ferramenta potencial para aproximar os conceitos da Física da realidade dos estudantes, proporcionando experiências concretas que facilitem a compreensão dos conceitos abordados.

Além disso, a aplicação dos princípios da andragogia — que considera a autonomia, a experiência prévia e a motivação dos adultos para aprender — possibilita estratégias mais eficazes no processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, as atividades desenvolvidas buscam respeitar as particularidades dos estudantes, promovendo um aprendizado ativo e contextualizado.

Outro aspecto relevante no processo de ensino é a identificação e análise das indicações circunstanciais emitidas durante as interações em sala de aula. Essas indicações, que podem ocorrer por meio de gestos, entonações, elementos visuais, desempenham um papel crucial na comunicação e construção do conhecimento, auxiliando na mediação entre professor e aluno. Para isso, é fundamental explicitar as formas e modos representacionais das indicações circunstanciais, compreendendo como esses elementos contribuem para a construção do significado e a facilitação da aprendizagem.

2. OBJETIVOS

Este estudo visa integrar a experimentação no ensino da Física, os princípios da andragogia e indicações circunstanciais, a fim de aprimorar as práticas pedagógicas e potencializar o aprendizado dos estudantes no contexto do Centro Estadual de Educação Continuada.

Em síntese, os objetivos desse trabalho são:

- Desenvolver experimentos para o ensino dos conceitos da física;
- Aplicar os preceitos da andragogia;
- Identificar e analisar as indicações circunstanciais emitidas;
- Explicitar as formas e modos representacionais das indicações circunstanciais.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Semiologia

Quase simultaneamente o francês Ferdinand de Saussure (1857 – 1913) e o americano Charles Sanders Peirce (1839 – 1914) refletiram e escreveram sobre os signos. Saussure nominou a ciência que estuda os signos de Semiologia, que vem de semeons - signos –, já Charles Peirce nominou-a de Semiótica.

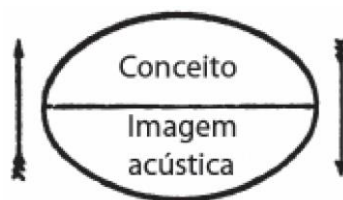
Em 1969, a Associação Internacional de Estudos Semióticos assumiu a adoção do termo semiótica como equivalente ao termo semiologia (GPESC, 2020).

Para Saussure (2019), a linguística, que estuda a linguagem humana é uma parte da semiologia, a ciência que estuda a vida dos signos no seio da vida social e ainda, para esse autor: “o estudo da linguagem comporta duas partes: uma que tem por objeto a língua, que é social em sua essência e independente do indivíduo e outra, secundária, tem por objeto a parte individual da linguagem, a fala. (Saussure, 2019, p. 52)

A escrita existe para representar a língua, que veio primeiro, entretanto a escrita ganhou mais notoriedade devido principalmente à sua longevidade.

Língua e escrita são dois sistemas distintos de signos; o signo, por sua vez, une um conceito e uma imagem acústica, conforme representado na figura 1.

Figura 1 - Signo



Fonte: Saussure, 2019, p. 111

Posteriormente o termo conceito foi substituído por significado e a imagem acústica por significante.

O signo linguístico é arbitrário em relação ao significado, e o significante, de natureza auditiva, desenvolve-se no tempo.

A língua, sempre herdada, tem a continuidade garantida pelo tempo e esse é, também, responsável pela alteração dos signos levando a um deslocamento da relação entre o significado e o significante.

Segundo Lucia Santaella (1995), Peirce apresentou de vinte a trinta formulações distintas da sua definição de signos nos *Collected Papers*.

Para Peirce (2017, p. 46) “um signo, ou *representamen*, é aquilo que, sob certo aspecto ou modo, representa algo para alguém”. O signo criado na mente de outra pessoa é denominado interpretante e o signo (fundamento) representa um objeto perceptível ou não.

Os signos são divisíveis conforme três tricotomias: 1) Qualisigno, Sinsigno ou Legissigno; 2) Ícone, Índice ou Símbolo; 3) Rema, Dicissigno ou Dicente, ou Argumento. Essas tricotomias, em conjunto, proporcionam dez classes de signos.

Nesta pesquisa o interesse centra-se principalmente na segunda tricotomia, especialmente no índice (sema). Peirce exemplifica um diagrama como ícone, um relógio como índice e palavras, frases e livros como símbolos. Para Santaella (1995, p. 158) os ícones “para funcionarem como signos, dependem de hipotéticas relações de similaridades’. Os índices, por sua vez, estão presentes no cotidiano, eles remetem, indicam e apontam os objetos, estão em uma conexão dinâmica, em uma relação existencial genuína. “O índice funciona como um veículo de transporte, alertando e conduzindo o receptor diretamente para seu objeto” (Santaella, 1995, p. 161).

Conforme já mencionado, Saussure (2019) substituiu o termo conceito por significado, já Peirce apresenta os conceitos de significado de Lady Victoria Welby:

Uma palavra possui um significado, para nós, na medida em que somos capazes de utilizá-la para comunicar nosso conhecimento a outros e na medida em que somos capazes de aprender o conhecimento que os outros procuram comunicar-nos. Este é o grau mais baixo do significado. O significado de uma palavra é, de uma forma mais completa, a soma total de todas as predições condicionais pelas quais a pessoa que a utiliza pretende tornar-se responsável ou pretende negar. Essa intenção consciente ou quase-consciente no uso da palavra é seu segundo grau de significado. Mas, além das consequências com as quais conscientemente se compromete a

pessoa que aceita uma palavra, há um amplo oceano de consequências imprevistas que a aceitação da palavra está destinada a não apenas consequências de conhecimento, mas, talvez, revoluções na sociedade. Nunca se pode dizer qual o poder que pode haver numa palavra ou numa frase para mudar a face do mundo; e a soma destas consequências perfazem o terceiro grau do significado (Peirce, 2017, p. 159-160).

Charles W. Morris (1976, p. 74) considera o significado como termo semiótico e “que o significado de todo signo é potencialmente intersubjetivo”. Mesmo considerando a subjetividade de certas experiências, a possibilidade de determinação objetiva de significado ainda é compatível.

O argentino Luís Jorge Prieto (1926 – 1996) desenvolveu uma semiologia da comunicação com base na teoria saussuriana. Para Prieto, a linguagem cumpre uma função comunicativa, com atenção especial ao significado, ou seja, o conhecimento que o emissor busca transmitir e o que o receptor absorve no ato sêmico ou ato de comunicação (Prieto, 1973).

No ato sêmico um emissor tem a intenção de transmitir um conhecimento a um receptor para que este se aproprie deste conhecimento. Neste sentido o conhecimento é uma mensagem, e o emissor precisa utilizar sinais para transmiti-la que podem ser sons, escrita, desenhos. O receptor reconhece o sinal como pertencente a uma classe de significantes e com o auxílio de indicações circunstanciais naquele contexto, se apropria, ou entende a mensagem. O emissor procede de mensagem a sinal, de significado a significante. O receptor, de significante a significado, de sinal a mensagem. A unidade no ato de comunicação é nominada sema.

No ensino de física o processo dialógico tem sido fortemente incentivado, em busca do desenvolvimento da reflexão, da proatividade e da crítica por parte do aluno.

Mesmo no contexto do compartilhamento coletivo do conhecimento, o professor, em seus momentos de fala, utiliza indicações circunstanciais visando auxiliar seus alunos no entendimento de sinais que remetem à conceitos científicos.

Laburú, Silva e Camargo filho (2021) qualificam de indicações circunstanciais:

[...] aqueles constituintes sígnicos que, em contraste com os sinais, mas em concomitância com eles, se incorporam na comunicação para atuar no corpo do discurso de modo indireto, oblíquo, enviesado,

subtendido com finalidade de contextualizar os sinais para levá-los ao entendimento (Laburú, Silva, Camargo Filho, 2021, p. 42).

No contexto do ensino, o professor em vez de repetir uma explicação pode optar pela emissão de indicações circunstanciais levando o aluno a pensar e refletir sobre determinada mensagem, ou seja, instiga “mecanismos de inferência do estudante para que ele se aproprie da informação, resposta, ideia ou conclusão pretendida.” (Laburú; Godoy; Zompero, 2016, p. 42). A indicação circunstancial impele o aluno a pensar, travestidas em dicas, sugestões ou pistas, obrigando - o a realizar inferências.

Ainda segundo os autores,

[...] as indicações circunstanciais são capazes de se manifestar em diferentes formas representacionais, caracterizando-se, nos casos estudados, na forma de gesticulações, ações, verbalizações e representação 3D, todas direcionadas por questionamentos com o objetivo de estimular o raciocínio mais profundo do estudante para que a mensagem científica transmitida seja apreendida (Laburú; Godoy; Zompero, 2016, p. 48).

Sinal, no presente contexto é sinônimo de signo, que é considerado como tal, quando obedece a tríade Peirceana, de signo, objeto e interpretante (Peirce, 2017).

Toda comunicação exige signos. Para que a comunicação seja satisfatória, os receptores de uma mensagem devem compartilhar os significados dos signos com o emissor da mesma. Se ambos pertencem ao mesmo grupo social, compartilham geralmente os mesmos códigos e podem se entender com maior facilidade. Quando o entendimento acontece, considera-se que o ato comunicativo ou sêmico foi pleno (Prieto, 1973). Esse entendimento é que se busca no processo de ensino e aprendizagem.

3.2 Indicação circunstancial

Os sinais são elementos que têm a tarefa de indicar claramente as mensagens presentes na comunicação do professor durante a interação com os alunos.

Entre os indicadores que podem ser empregados nos processos de ensino e aprendizagem, será destacado as indicações circunstanciais, as quais, ao serem

utilizadas, demonstram ser excelentes catalisadores desse processo (Godoy et al., 2021 apud Prieto, 1973).

Em diferentes momentos da interação com os alunos e em paralelo com os sinais, o professor pode empregar indicações circunstanciais para reforçar suas mensagens, promovendo um processo no qual os alunos são incentivados a refletir sobre as respostas às suas próprias perguntas, visando aprimorar sua compreensão.

De acordo com Laburú, Godoy e Zômpero (2016), a participação ativa do estudante em atividades discursivas promove sua autonomia na construção dos significados dos conceitos. Quando o aluno se empenha na elaboração própria desses significados, a aprendizagem se torna mais sólida e duradoura, em vez de ser frágil e temporária, como quando é recebida de forma passiva. Ideias e mensagens só são compreendidas e assimiladas quando podem ser integradas ao sistema de significados pessoais do estudante, priorizando sua própria perspectiva.

A intenção da indicação circunstancial é justamente não dar as respostas prontas diretamente, mas emitir sinais que façam o estudante pensar por si próprio e tentar esclarecer ou aprimorar um sinal que está sendo compreendido.

3.3 Experimentação no ensino de ciências

O desenvolvimento cognitivo do ser humano vem ocupando lugar essencial como parâmetro para as proposições de estratégias de ensino. A experimentação, primordial nas ciências naturais, mesmo por simulação, permite o desenvolvimento do sujeito (Giordan, 1999).

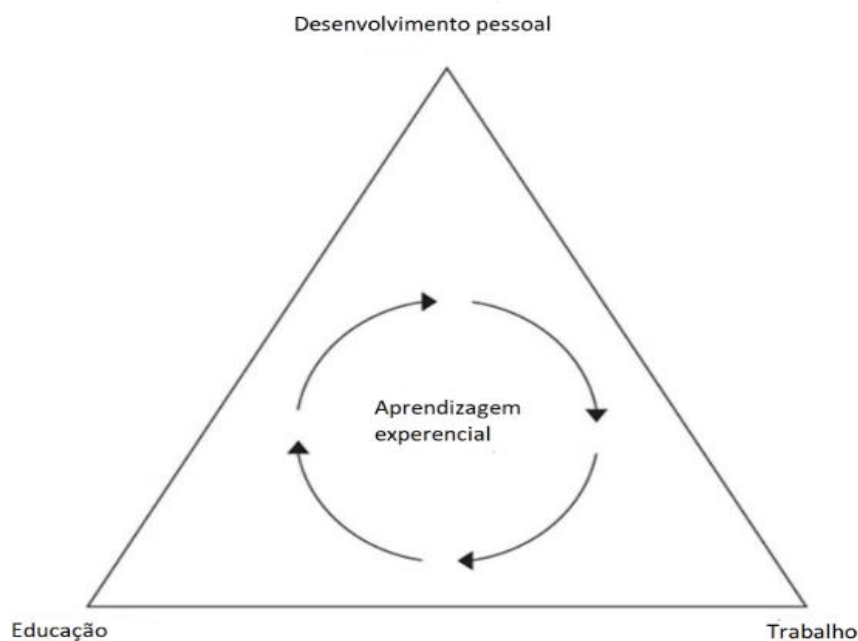
Os adultos, assim como as crianças, possuem formas diferentes de aprendizagem, sendo, portanto, de suma importância que os mesmos desenvolvam atividades experimentais, reunindo habilidades analíticas, aprofundando reflexões, treinando a argumentação para uma aprendizagem duradoura (Kolbe, 2015).

Segundo Seré, Coelho e Nunes (2003) todo o experimento pressupõe organização da coleta de dados, o que se trata da construção do referencial empírico. Os procedimentos de coleta de dados obrigam os alunos a estarem ativos.

A utilização de experimentos, mesmo que demonstrativos, serve para ilustrar, tornar os conceitos físicos mais palatáveis e motiva a participação dos alunos, contribuindo, portanto, com a aprendizagem (Força, Laburú, Silva, 2011).

Kolbe (2015) defende a aprendizagem experiencial. Na Figura 2, pode-se visualizar a aprendizagem experiencial vinculada à educação, ao trabalho e ao desenvolvimento pessoal. A aprendizagem e o desenvolvimento são processos que ocorrem ao longo da vida, assim os adultos devem também ter acesso às experiências e diferentes metodologias que facilitem a sua aprendizagem.

Figura 2 - Aprendizagem Experiencial como o Processo que relaciona Educação, Trabalho e Desenvolvimento Pessoal.



Fonte: Kolbe, 2015, p. 37

Com relação às habilidades requeridas pelos estudantes, Kolbe defende que:

Os aprendizes, para serem eficazes, precisam de quatro tipos diferentes de habilidades – habilidades **de experiência concreta** (EC), habilidades de **observação reflexiva** (RO), habilidades de **conceituação abstrata** (AC) e habilidades de **experimentação ativa** (AE). Ou seja, eles devem ser capazes de se envolver de forma plena, aberta e sem preconceitos em novas experiências (EC). Eles devem ser capazes de refletir e observar suas experiências de muitas perspectivas (RO). Eles devem ser capazes de criar conceitos que integrem suas observações em teorias logicamente sólidas (AC), e

devem ser capazes de usar essas teorias para tomar decisões e resolver problemas (AE) (Kolbe, 2015, p. 87).

A abordagem experimental na Educação de Jovens e Adultos (EJA) deve considerar suas experiências e conhecimentos adquiridos ao longo da vida, além de apresentar uma nova perspectiva para analisar determinadas situações e relacioná-las com as já existentes.

Sobre esse tipo de abordagem, Costa Júnior (2022) relata que:

Até bem pouco tempo, se pensava na educação como um ato realizado dentro de quatro paredes, quatro linhas: o ambiente escolar. Mas aspectos ligados à autonomia e a independência do aluno diante da supremacia acadêmica por parte apenas do professor vêm mostrando que a educação se faz além dos muros da escola e da faculdade. Até porque educação se faz todo dia, em todo lugar. O aspecto formal da educação pede uma instituição que norteie o aluno, entretanto esta mesma instituição não se deve prender ao que está escrito nos livros. A vivência do aluno, por exemplo, é um rico universo de trabalho. A educação por meio da significação mostra que o aluno aprende mais quando, para ele, aquilo que está a sua frente tem significado real em sua vida (Costa Júnior et al, 2022, p.47).

A aprendizagem envolve o funcionamento integrado de todo o organismo, sendo o principal processo de adaptação humana. Em um processo adaptativo holístico a combinação de aprender e transformar a experiência resulta em conhecimento.

3.4 O uso de experimentos para uma aprendizagem significativa

O ensino de Física, como parte fundamental do currículo escolar, requer metodologias que despertem o interesse dos estudantes e facilitem a compreensão dos conceitos científicos. O uso de atividades experimentais, se destacam por permitir a observação e manipulação direta dos fenômenos físicos, promovendo uma aprendizagem mais ativa e significativa.

Séré (2002) ressalta que as atividades experimentais desempenham um papel crucial na ampliação do campo de conhecimento dos alunos, permitindo-lhes explorar e compreender aspectos que transcendem os conceitos teóricos tradicionais.

Graças às atividades experimentais, 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, 2002, p.10).

Os CESECs são caracterizados por sua modalidade de ensino semipresencial, onde os alunos não têm a obrigatoriedade de frequentar as aulas de forma regular. Essa flexibilidade visa atender às necessidades de um público diversificado, geralmente composto por adultos que precisam conciliar os estudos com outras responsabilidades, como trabalho e família (SEE/MG, 2023). Diante desse cenário, a implementação de atividades experimentais enfrenta barreiras específicas, como a falta de regularidade na presença dos estudantes, o que dificulta a organização e execução de experimentos que requerem acompanhamento contínuo.

Sobre o uso de atividades experimentais no ensino de Física, observa-se uma ampla discussão sobre os benefícios dessas práticas em diversas modalidades de ensino. Pesquisadores, tais como Moreira (2006; Kolbe, 2015; Ferreira, 2023), dentre outros, vêm destacando que as atividades experimentais auxiliam na construção de conhecimento científico, estimulam o pensamento crítico, e melhoram a compreensão dos conceitos físicos.

Para Castilho, Oliveira e Dutra (2020), as atividades experimentais, aliadas às novas tecnologias educacionais, podem proporcionar abordagens de situações práticas que facilitam a compreensão dos fenômenos naturais e de conceitos científicos, além de despertar a curiosidade dos estudantes, estimular a investigação, o gosto pela pesquisa e a associação da teoria com a prática.

Nascimento, et al. (2021), aborda que, na atividade escolar realizada pelos professores em sala de aula, é fundamental criar um conjunto de materiais eficazes para a prática pedagógica, com o objetivo de tornar as aulas mais atrativas e alcançar o sucesso e compreensão por parte de todos os alunos. Esses materiais são ferramentas importantes para melhorar a comunicação dos fatos e facilitar o entendimento do tema abordado. Nesse contexto, a experimentação é uma estratégia facilitadora para o ensino de Ciências nas escolas. Planejar ações nesse sentido contribuirá significativamente para melhorar os resultados relacionados ao desempenho dos alunos nessas disciplinas.

Casaro Erthal e Costalonga Gama (2021) apresentam uma abordagem didática que utiliza Atividades Experimentais Demonstrativas (AED) como metodologia de ensino de Física voltada para a Educação de Jovens e Adultos (EJA),

baseada nos princípios da aprendizagem significativa, conforme proposto por David Ausubel, e na pedagogia dialógica e emancipadora de Paulo Freire. A estratégia se desenvolve em três etapas: a fase conceitual, a fase experimental e a fase de síntese dos conhecimentos. Segundo os autores a implementação dessa proposta contribuiu para o aprimoramento da compreensão dos conceitos, ao mesmo tempo em que promove maior engajamento dos estudantes, possibilitando a construção colaborativa de significados entre alunos e professor, atendendo às necessidades específicas do público educacional.

Oliveira, Gobara e Carvalho (2022), apresentaram um estudo que tem como objetivo analisar como uma atividade experimental sobre circuitos elétricos pode contribuir para o aprendizado de estudantes do ensino médio, considerando as competências e habilidades comportamentais na matriz de referência do Enem. A pergunta central era: quais são as evidências que mostram que uma atividade demonstrativa auxilia no desenvolvimento de habilidades previstas no Enem, especificamente relacionadas à medição de circuitos elétricos usados no cotidiano? Os resultados mostraram que a atividade experimental contribuiu para o aprendizado dos alunos nos conteúdos procedimentais.

Baffa Lourenço et al. (2023), ressaltam a importância de metodologias que promovam a prática experimental desde a formação inicial de professores. Essas abordagens não apenas enriquecem o processo de ensino e de aprendizagem, mas também capacitam os futuros docentes a integrar a experimentação científica de forma mais eficaz em suas práticas pedagógicas, contribuindo para um ensino mais dinâmico e contextualizado.

De acordo com Carvalho (2023), o ensino de Física deve transcender a mera resolução e dedução de equações que não têm conexão com o cotidiano, adotando uma abordagem contextualizada que estimule a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes.

Para Vygotsky (1998), A ludicidade favorece a troca de aprendizado tanto entre crianças quanto entre adultos. No ambiente educacional, sua importância está no fato de ser uma ferramenta pedagógica que dá significado ao aprendizado, tornando-o mais eficaz e prazeroso. Dessa forma, os educadores devem compreender a importância do brincar e utilizá-lo de maneira adequada para promover uma aprendizagem significativa.

Guimarães e Bueno (2021) destacam também a importância da ludicidade no ambiente escolar, destacando seu papel fundamental na promoção do engajamento dos alunos e no aprimoramento da compreensão dos conteúdos. A utilização de estratégias lúdicas no processo de ensino-aprendizagem pode facilitar a assimilação de conceitos complexos, tornando as aulas mais interativas e estimulantes. Segundo os autores, a aplicação de metodologias lúdicas na Educação de Jovens e Adultos (EJA) é fundamental para estimular a motivação e a compreensão dos alunos no processo de ensino. As atividades lúdicas são ferramentas de grande relevância, pois facilitam a aprendizagem. O conceito de ludicidade vai além de "brincar" e contribui para a formação de estratégias e a interação social entre os alunos, aspectos que auxiliam na assimilação dos conteúdos a serem estudados.

Segundo Silva (2024), o aspecto lúdico está ligado ao interesse, ao desejo e ao entretenimento do aluno ao manipular objetos relacionados ao experimento, o que pode tornar as aulas mais atraentes e eficazes em termos de interação e estímulo. Isso contribui para reduzir alguns dos problemas comuns no ensino de física.

3.5 Andragogia

O conceito de andragogia foi introduzido por Malcolm Knowles no início dos anos 1970. A andragogia apresenta os princípios fundamentais da aprendizagem de adultos o que possibilita a construção de processos de aprendizagem mais eficazes pelos seus instrutores.

Os seis princípios da andragogia são (1) a necessidade do aluno de saber, (2) autoconceito do aluno, (3) experiência anterior do aluno, (4) prontidão para aprender, (5) orientação para aprender e (6) motivação para aprender (Knowles; Holton III; Swanson, 2005. p. 3).

Na educação dos adultos o instrutor precisa, primeiramente, convencê-los da necessidade de eles saberem algo. Para se aumentar o nível de consciência da necessidade de saber pode-se utilizar experiências reais ou simuladas, como exemplo, tem-se a exposição a modelos e avaliações diagnósticas de desempenho.

Os adultos têm um autoconceito de serem responsáveis por suas próprias decisões e por suas vidas, conseqüentemente, apresentam uma necessidade

psicológica de serem vistos pelos demais como capazes de auto direção e de terem tratamento adequado à essa perspectiva.

Possuem mais e diferentes experiências, quando comparados com jovens e crianças, pelo fato de terem vivido mais tempo, assim a heterogeneidade dos grupos é maior, necessitando de estratégias de ensino individualizadas. Estratégias de ensino que exploram as experiências dos alunos adultos, como discussões em grupo, exercícios de simulação, atividades de resolução de problemas, métodos de casos e métodos de laboratório em atividades de colaboração entre pares devem ser priorizadas.

Os adultos sentem-se prontos para aprender as coisas que precisam saber e ser capazes de fazer para lidar com as situações da vida real, por exemplo, dominar uma técnica para se tornar um supervisor futuro daquela tarefa é um bom estímulo para a prontidão.

Da mesma forma, os adultos sentem-se mais motivados para a aprendizagem quando percebem que o conhecimento adquirido os auxiliarão nas tarefas do dia a dia ou ajudarão na resolução de problemas cotidianos. Assim o ensino contextualizado nas situações da vida real tem maior potencial motivador.

Os motivadores internos tais como o desejo de maior satisfação no trabalho, maior autoestima e melhor qualidade de vida são mais potentes que os motivadores externos, como de promoções ou de obtenção de melhores empregos (Knowles; Holton iii; Swanson, 2005).

3.6 A afetividade no processo de ensino e na educação de jovens e adultos

A escola não é apenas um local de aprendizado escolar, mas também um espaço onde se desenvolvem relações sociais significativas. Essas interações com professores e colegas desempenham um papel crucial na construção do caráter dos estudantes, no caso de crianças e adolescentes, influenciando diretamente o tipo de indivíduo que eles se tornarão no futuro. A experiência escolar é uma das fases mais impactantes na vida de uma pessoa, daí a responsabilidade das instituições de ensino em proporcionar um ambiente positivo e formativo.

Sobre a importância de um ambiente escolar acolhedor, Silva, et al. diz que:

O ambiente escolar possui papel de suma importância na formação dos alunos, é na escola que os seres humanos passam maior parte de suas vidas e é nela que ocorrem relações com professores e colegas que irão moldar o seu caráter e ajudar a definir que tipo de indivíduo se formará no futuro (Silva, et al. 2016; p.69).

Na educação de jovens e adultos, a presença de memórias e vivências anteriores dos estudantes, que podem variar em termos de qualidade e impacto, destaca-se como um fator significativo. Nesse contexto, a criação de uma relação afetuosa é crucial para o desenvolvimento do desejo do aluno em participar ativamente do ambiente educacional, interagir com os colegas e sentir-se acolhido. Essa abordagem favorece positivamente o processo de ensino e aprendizagem.

Paulo Freire (1996), no livro “Pedagogia da autonomia”, enfatiza a importância da afetividade no processo de ensino e aprendizagem de jovens e adultos. Ele acredita que a relação entre educador e educando deve ser pautada na empatia, no diálogo e no respeito mútuo. Argumenta ainda que a afetividade não deve ser vista como algo separado do processo educativo, mas sim como um elemento essencial para a construção de conhecimento significativo.

Para ele, a afetividade está relacionada à humanização do ensino, ou seja, à capacidade de reconhecer a singularidade de cada aluno, suas experiências e vivências, e integrá-las ao processo de aprendizagem.

Vygotsky (2001) no livro “Psicologia pedagógica”, aborda a afetividade no processo de ensino e aprendizagem destacando a importância das relações sociais e emocionais na construção do conhecimento. Ele argumenta que as interações afetivas entre os indivíduos, incluindo educadores e aprendizes, desempenham um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo.

O autor enfatiza que as emoções, as relações interpessoais e o contexto social influenciam diretamente a forma como as pessoas aprendem e processam informações. Ele defende a ideia de que o ambiente educacional deve ser acolhedor, estimulante e propício ao diálogo e à colaboração, promovendo assim o desenvolvimento integral dos estudantes.

Além disso, Vygotsky (2001) destaca a importância do papel do educador como mediador do processo de aprendizagem, ajudando os estudantes a construir significados a partir de suas experiências emocionais e sociais.

4 CONTEÚDO DE FÍSICA

A utilização de aulas experimentais no ensino de Física é uma estratégia fundamental para tornar o aprendizado mais dinâmico e significativo, especialmente no contexto da Educação de Jovens e Adultos (EJA) em Centros Estaduais de Educação Continuada (CESEC). A experimentação permite que os alunos visualizem e compreendam, de forma prática, conceitos que muitas vezes são apresentados apenas teoricamente, tornando o ensino mais acessível e conectado ao cotidiano dos estudantes.

Nesta pesquisa, foram selecionados temas que abrangem diferentes áreas da Física, com o objetivo de proporcionar uma visão ampla e integrada dos assuntos abordados. Os tópicos escolhidos incluem o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), que auxilia na compreensão do deslocamento e da velocidade constante; a Energia Potencial Gravitacional, essencial para entender a relação entre altura e armazenamento de energia em corpos; a Dilatação Térmica dos Sólidos, um conceito relevante para explicar variações dimensionais em materiais devido à temperatura; e o Processo de Eletrização por Atrito, fundamental para compreender a interação entre cargas elétricas e sua aplicação no dia a dia.

A seguir, é apresentada uma abordagem básica de cada um desses conceitos.

4.1 Movimento Retilíneo Uniforme

A cinemática é o tópico da mecânica clássica que trata do movimento, sem cogitar de suas causas, a dinâmica, por outro lado, é o tópico que se atem às causas do movimento. O estado de movimento de um objeto é caracterizado pela variação relativa da sua posição com respeito a um sistema de referência. Assim, mesmo objetos que parecem estar em repouso, na verdade participam de vários movimentos, como as rotações da Terra em torno de seu próprio eixo, a translação da Terra ao redor do Sol, etc. A tarefa de classificar e comparar esses diversos movimentos, pode apresentar alguns desafios. (Halliday, 2012).

Para esse estudo serão adotadas as seguintes condições:

1^a) O movimento é sempre retilíneo, pode ser em qualquer sentido, mas em linha reta. No caso mais geral o movimento pode ocorrer no espaço, em três dimensões, e as grandezas que o caracterizam são vetoriais. No caso do movimento

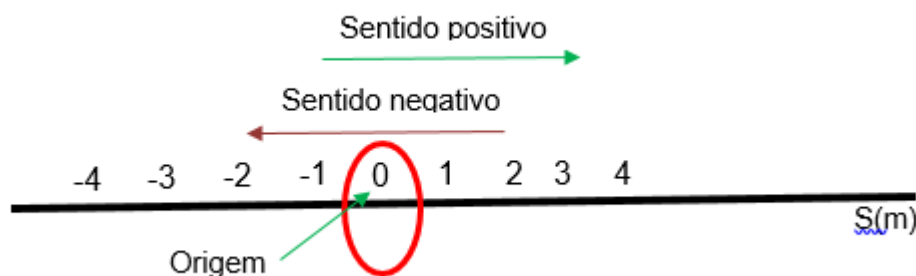
retilíneo o tratamento pode ser escalar, visto que a direção do movimento está definida.

2ª) Trataremos apenas do movimento da partícula. A acepção da palavra partícula em Física envolve um objeto rígido, de dimensões reduzidas, na verdade ínfima, ao qual não é possível atribuir rotação.

4.1.1 Posição e Deslocamento

A posição de um objeto refere-se à sua localização em um sistema de coordenadas em relação a um ponto de referência específico, frequentemente a origem (ou ponto zero) de um eixo, como mostrado na Figura 3.

Figura 3 - A posição é indicada em um eixo que utiliza unidades de comprimento, como metros, e que se estende infinitamente para os dois lados. O eixo, que pode ser chamado de "x" ou "S", normalmente tem seu nome exibido na parte positiva em relação à origem.



Fonte: Adaptada de Halliday, 2012, p.14

No SI, a unidade de posição é o metro. Atribui-se valores positivos para posições à direita da origem e valores negativos para posições que ficam à esquerda da origem.

O sentido positivo de um eixo de referência é definido como aquele em que os valores numéricos que representam a posição de um objeto aumentam à medida que o corpo se desloca (Halliday, 2012). Quando a posição final de um objeto ao longo deste eixo é maior do que a posição inicial, o movimento é caracterizado como progressivo.

Por outro lado, no sentido oposto ao positivo, o movimento é descrito como ocorrendo no sentido negativo. Nesse caso, se a posição final for menor que a inicial, o movimento é denominado retrógrado.

O deslocamento é uma grandeza vetorial, especificada por módulo, direção e sentido. O módulo corresponde à distância em linha reta entre as posições inicial e

final. A orientação é definida pela trajetória que vai da posição inicial à posição final, sendo representada por um sinal positivo ou negativo, dependendo do sentido em relação ao referencial adotado (Tipler, 2011).

Essa variação entre duas posições, denominada deslocamento é definida por:

$$\Delta S = S - S_0 \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

ΔS : Variação da posição, deslocamento;

S: Posição final;

S_0 : Posição inicial.

No SI, a unidade de deslocamento é o metro.

Quando o deslocamento é positivo, $\Delta S > 0$, dizemos que o movimento se dá no sentido positivo; quando o deslocamento é negativo, $\Delta S < 0$, dizemos que o movimento se dá no sentido negativo.

4.1.2 Velocidade média

A velocidade média é a grandeza que caracteriza a rapidez com que o movimento ocorre e é expressa pela razão entre o deslocamento (ΔS) de uma partícula e o intervalo de tempo (Δt) necessário para percorrê-lo.

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \text{Equação 2}$$

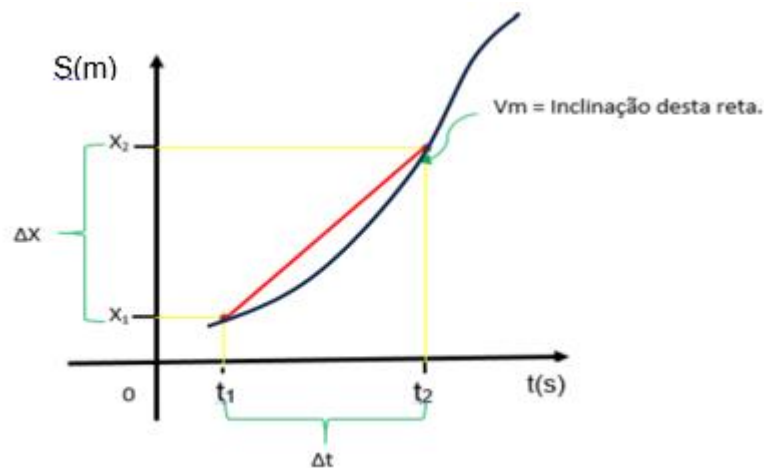
Assim como o deslocamento, a velocidade média pode assumir valores positivos ou negativos. Quando o valor é positivo, significa que o deslocamento ocorre no sentido positivo. Já um valor negativo indica que o deslocamento ocorre no sentido negativo (Tipler, 2011).

A unidade de medida no Sistema Internacional de Unidades (SI) é metros por segundo, representado por $m \cdot s^{-1}$.

Em um gráfico de posição (s) em função do tempo (t), a velocidade média (V_m) corresponde à inclinação da reta que conecta dois pontos específicos da curva. No gráfico 1, a posição inicial é caracterizada pelas coordenadas (s_1, t_1) e a posição final caracterizada pelas coordenadas (s_2, t_2).

Quando V_m é positiva, a reta tem inclinação positiva, ou seja, se inclina para cima no sentido da esquerda para a direita (Gráfico 1); quando é negativa, a reta tem inclinação negativa, ou seja, se inclina para baixo nesse mesmo sentido. A velocidade média (V_m) sempre possui o mesmo sinal do deslocamento (ΔS), pois o intervalo de tempo (Δt) é sempre positivo.

Gráfico 1- Gráfico da posição S em função do tempo t para uma partícula movendo-se em uma dimensão.



Fonte: autoria própria, 2024

4.2 Energia, Energia Potencial e conservação de energia

Embora o termo "energia" represente um conceito fundamental nas ciências, ele não possui uma definição breve e logicamente precisa. Segundo Feynman et al. (1977, p. 41), o conceito de energia está intrinsecamente ligado ao princípio da conservação da energia. Como mencionado pelo autor, não se define exatamente o que é energia, mas reconhece-se que "existe uma quantidade definida, denominada energia, que permanece constante ao longo das diversas transformações que ocorrem na natureza".

No contexto da mecânica clássica, a energia pode ser classificada como cinética, quando associada ao movimento das partículas de um sistema, ou potencial, quando relacionada à disposição espacial dessas partículas. No ensino básico, destacam-se duas formas principais de energia potencial: a gravitacional, relacionada

à interação gravitacional entre massas, e a elástica, vinculada à deformação de materiais elásticos.

As transformações da energia, em qualquer de suas formas, são sempre intermediadas pela aplicação de forças. No caso de forças que independem da velocidade e do tempo, agindo sobre uma partícula de massa m ao longo da direção x do deslocamento, seu comportamento é descrito por uma equação diferencial que rege a dinâmica do sistema.

$$F(x) = ma = m \frac{d^2 x}{dt^2}, \quad \text{Equação 3}$$

Em que, $F(x)$ representa a resultante das forças.

A derivada no lado direito pode ser substituída por:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = \frac{dx}{dt} \frac{dv}{dx} = v \frac{dv}{dx} \quad \text{Equação 3.1}$$

Assim,

$$F(x) = mv \frac{dv}{dx}. \quad \text{Equação 4}$$

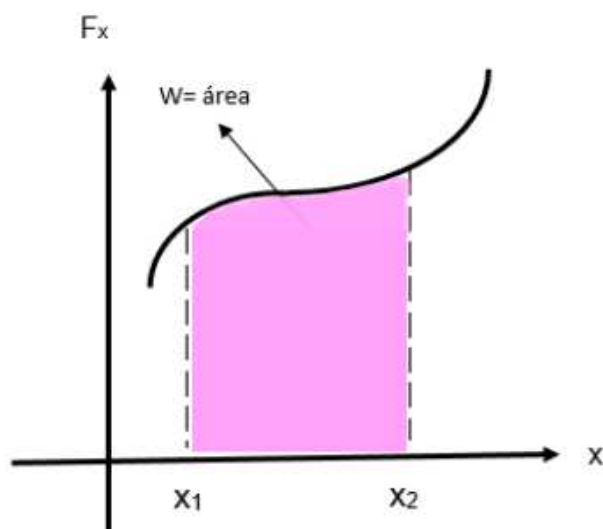
Integrando ambos lados da equação 4 obtém-se:

$$\int_{x_0}^{x_f} F(x) dx = \int_{v_0}^{v_f} mv dv \quad \text{Equação 5}$$

A integral $\int F(x) dx$ do lado esquerdo da equação 5 é denominada trabalho, W , realizado sobre a partícula pela força resultante $F(x)$, quando a partícula se desloca do ponto inicial x_0 ao ponto final x_f . Na representação gráfica da Figura 4, o

trabalho realizado pela força resultante $F(x)$ com função da posição da partícula é numericamente a área sob a curva.

Figura 4 - Trabalho de uma força variável $F(x)$ atuando sobre uma partícula que se desloca do ponto inicial x_1 ao ponto final x_2



Fonte: autoria própria, 2024

O trabalho é uma grandeza escalar, como indicado no lado esquerdo da equação 5 e sua unidade no Sistema Internacional (SI) é o joule (J). No entanto, o cálculo do trabalho depende de grandezas vetoriais, especificamente a força e o deslocamento. Nesse contexto, observa-se que $F(x)$ corresponde à componente da força resultante na direção x , enquanto dx representa a componente do deslocamento nessa mesma direção.

Considerando as três componentes para movimentos em três dimensões,

$$W = \int F_x dx + \int F_y dy + \int F_z dz, \quad \text{Equação 6}$$

Em que, F_x , F_y e F_z , são as componentes da força resultante. Considerando que o deslocamento ocorra ao longo de um caminho C , o trabalho pode ser expresso de maneira mais compacta por meio de uma integral de linha, dada por:

$$W = \int_C \vec{F} \cdot d\vec{l}, \quad \text{Equação 7}$$

Sendo que, F representa o vetor força, $d\vec{l}$ o vetor deslocamento infinitesimal ao longo do caminho C e ponto entre eles a operação de produto escalar entre os dois vetores. Em geral, o trabalho depende do caminho percorrido pela partícula entre dois pontos da trajetória.

4.2.1 Energia Cinética

O lado direito da equação 5 conduz a:

$$w = \int_{v_0}^{v_f} mv \, dv = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = K_f - K_0 \quad \text{Equação 8}$$

A relação descrita é conhecida como o teorema do trabalho e da energia cinética, que estabelece que o trabalho realizado pela força resultante sobre um corpo é igual à variação de sua energia cinética (K). A energia cinética é expressa matematicamente como:

$$k = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{Equação 9}$$

De acordo com Sears e Zemansky (2016), a energia cinética de uma partícula, representada por K , é diretamente proporcional à massa m da partícula e ao quadrado de sua velocidade v . Essa energia pode ser interpretada como o trabalho necessário para acelerar a partícula a partir do repouso até uma velocidade v_f , ou para desacelerá-la de uma velocidade v_f até v_0 , sendo v_0 possivelmente igual a zero.

Por se tratar de uma grandeza escalar, a energia cinética depende apenas do módulo da velocidade da partícula e de sua massa, independentemente da direção

do movimento. Ela será igual a zero apenas quando a partícula estiver em repouso e, por definição, nunca pode assumir valores negativos.

De forma geral, a energia cinética está associada ao estado de movimento de um objeto, sendo tanto maior quanto maiores forem a velocidade e a massa do objeto. Assim, corpos mais rápidos e/ou mais massivos possuem uma energia cinética proporcionalmente maior.

4.2.2 Energia Potencial

Energia potencial refere-se à capacidade de um sistema armazenar energia em função da interação entre seus componentes e da configuração espacial do corpo em relação ao ambiente circundante. No contexto da mecânica clássica, duas formas fundamentais de energia potencial se destacam: a energia potencial gravitacional e a energia potencial elástica.

A energia potencial associada a qualquer objeto sob a ação de forças conservativas é exclusivamente determinada pela posição do objeto dentro de um campo de forças, sendo independente do trajeto percorrido. Forças conservativas são caracterizadas pela capacidade de armazenar energia de forma reversível, como a força gravitacional e a força elástica, permitindo que a energia potencial seja convertida em outras formas de energia, como cinética ou térmica, sem perda no sistema fechado (Tipler, 2011).

Quando as forças atuantes são conservativas, ou seja, quando não há dissipação de energia no sistema, a integral do trabalho ao longo de uma trajetória fechada é nula, conforme expresso pela equação:

$$w = \oint_c \vec{F} \cdot d\vec{l} = 0 \quad \text{Equação 10}$$

Suponha agora que uma partícula esteja sujeita a uma força conservativa e seja deslocada de um ponto inicial P_i até um ponto fixo O . Nesse caso, o trabalho realizado por forças conservativas é independente do trajeto percorrido e depende exclusivamente da posição do ponto P_i . Em outras palavras, o trabalho realizado é

determinado pela função $U(\vec{r}_i)$ da posição r_i do ponto P_i em relação ao ponto fixo O. Essa relação define uma função escalar chamada energia potencial, cuja unidade no Sistema Internacional (SI) é o joule (J).

Se convencionarmos que a energia potencial no ponto fixo O seja zero, o trabalho realizado ao longo de uma trajetória que vai de P_1 até O pode ser representado por:

$$W_{10} = \int_1^0 \vec{F} \cdot d\vec{l} = U(\vec{r}_1) \quad \text{Equação 11}$$

Agora, considere o deslocamento da partícula entre dois pontos P_1 e P_2 . Como o trabalho realizado por forças conservativas não depende da trajetória, podemos calcular o trabalho utilizando um caminho que passe pelo ponto fixo O. Assim, o trabalho ao longo do percurso $1 \rightarrow 0 \rightarrow 2$ é dado por:

$$w_{12} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{l} \quad \text{Equação 12}$$

$$w_{12} = \int_1^0 \vec{F} \cdot d\vec{l} + \int_0^2 \vec{F} \cdot d\vec{l} \quad \text{Equação 12.1}$$

$$w_{12} = \int_1^0 \vec{F} \cdot d\vec{l} - \int_2^0 \vec{F} \cdot d\vec{l} \quad \text{Equação 12.2}$$

$$w_{12} = U(\vec{r}_1) - U(\vec{r}_2) \quad \text{Equação 12.3}$$

$$w_{12} = -(U(\vec{r}_2) - U(\vec{r}_1)) \quad \text{Equação 12.4}$$

$$w_{12} = -\Delta U \quad \text{Equação 13}$$

Portanto, o trabalho realizado durante o deslocamento da partícula entre P_1 e P_2 é igual ao negativo da variação da energia potencial entre os dois pontos.

Essa relação evidencia que o trabalho realizado por forças conservativas pode ser diretamente associado à variação de energia potencial no sistema.

Na realização do trabalho, a variação da energia potencial (ΔU) do sistema é definida como a diferença entre os valores da energia potencial em duas posições distintas. Tanto na subida como na descida, a variação da energia potencial gravitacional também é definida como o negativo do trabalho realizado pela força gravitacional. Matematicamente, expressa como:

$$\Delta U = -W \quad \text{Equação 14}$$

A variação de energia potencial (ΔU) está associada ao trabalho realizado (W) por forças conservativas no sistema. Para forças gravitacionais, por exemplo, a variação de energia potencial gravitacional (ΔU) pode ser descrita pela equação:

$$\Delta U = \int_0^f \vec{F} \cdot d\vec{r} \quad \text{Equação 15}$$

onde $d\vec{r}$ é um deslocamento infinitesimal do objeto dentro de um campo de forças.

A variação da energia potencial (ΔU), portanto, é fundamental para descrever a capacidade do sistema de realizar trabalho (W) ou armazenar energia de forma reversível.

Considerando uma partícula de massa m sob a ação da força gravitacional a uma altura y em relação à Terra (com o eixo y positivo orientado para cima), a variação da energia potencial gravitacional (ΔU) do sistema partícula-Terra ao deslocar a partícula de uma posição inicial (y_0) para uma nova posição final (y_f) é dada pela equação:

$$\vec{F} = -mg\hat{y} \quad \text{Equação 16}$$

$$\vec{dr} = dy\hat{y} \quad \text{Equação 17}$$

Logo:

$$\Delta U = - \int_{y_0}^{y_f} (-mg)\hat{y} \cdot dy\hat{y} = mg \int_{y_0}^{y_f} dy = mgy \Big|_{y_0}^{y_f} \quad \text{Equação 18}$$

:

$$\Delta U = mg (y_f - y_0) = mg \Delta y \quad \text{Equação 18.1}$$

$$U - U_0 = mg (y_f - y_0) \quad \text{Equação 18.2}$$

$$U(y) = mgy \quad \text{Equação 19}$$

Segundo Halliday (2012, p. 177), “energia potencial gravitacional associada a um sistema partícula- Terra depende apenas da posição vertical y (ou altura) da partícula em relação à posição de referência $y_0 = 0$ ”.

4.2.3 Conservação da energia mecânica

A energia mecânica E_{mec} de um sistema é obtida pela soma da energia potencial U do sistema com a energia cinética K dos objetos que o compõem:

$$E_{mec} = K + U \quad \text{Equação 20}$$

Neste estudo, será analisada apenas a energia mecânica quando as transferências de energia no sistema ocorrem exclusivamente por forças conservativas, ou seja, quando os objetos do sistema não estão sujeitos a forças de atrito ou de arrasto. Além disso, será considerado que o sistema está isolado do ambiente, o que significa que nenhuma força externa, exercida por um objeto fora do sistema, provoca variações de energia dentro do sistema (Halliday 2012).

Quando uma força conservadora realiza um trabalho W sobre um objeto dentro de um sistema, ela promove uma transferência de energia entre a energia cinética K do objeto e a energia potencial U do sistema.

E variação da energia cinética ΔK , é dada por:

$$\Delta K = W$$

Equação 21

Pela equação 4, a variação da energia potencial ΔU é:

$$\Delta U = -W$$

Equação 22

Logo:

$$\Delta K = -\Delta U$$

Equação 23

Ou seja, a medida que uma dessas energias aumenta, a outra diminui.

Assim, pela equação 13, temos:

$$K - K_0 = -(U - U_0)$$

Equação 24

$$K + U = K_0 + U_0$$

Equação 25

Os índices referem-se a momentos diferentes, ou seja, a duas configurações distintas dos objetos que compõem o sistema.

De acordo com Halliday (2012, p. 179) “em um sistema isolado no qual apenas forças conservativas causam variações de energia, a energia cinética e a energia potencial podem variar, mas a soma das duas energias, a energia mecânica E_{mec} do sistema, não pode variar.”

Quando a energia mecânica de um sistema é conservada, é possível igualar a soma da energia cinética e da energia potencial em um instante à soma em outro instante, sem considerar o movimento intermediário e sem precisar calcular o trabalho realizado pelas forças envolvidas. (Halliday, 2012)

Esse enunciado refere-se ao princípio da conservação da energia mecânica, que pode ser expresso da seguinte maneira:

$$E_{mec} = \Delta U + \Delta K = 0$$

Equação 26

4.3 Dilatação térmica

A dilatação térmica de um material é resultante do aumento do espaçamento interatômico médio, que corresponde à distância entre os centros dos átomos ou moléculas que constituem a substância. Esse fenômeno é um aspecto crucial para a compreensão do comportamento do material e é influenciado por variáveis como temperatura, pressão e outras condições físico-químicas.

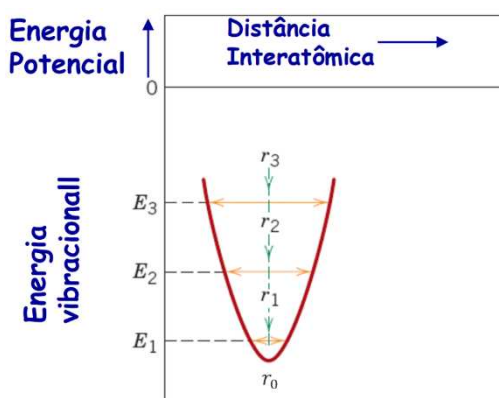
Com o aumento da temperatura, os átomos ou moléculas adquirem energia cinética, o que provoca um aumento na amplitude de suas vibrações e,

conseqüentemente, uma ampliação do espaçamento interatômico médio. Esse processo pode resultar na expansão do material. Esse conceito é essencial para a análise da expansão térmica e das modificações estruturais associadas a variações térmicas.

A magnitude dessa dilatação varia conforme o estado físico do material: nos gases, o fenômeno é mais pronunciado devido à maior mobilidade molecular; nos líquidos, a dilatação é intermediária, enquanto nos sólidos a expansão é menos evidente, dado o arranjo molecular mais rígido (Sears e Zemansky, 2008).

Considerando que o espaçamento interatômico está relacionado à estrutura e às ligações químicas que mantêm os componentes unidos no material, é possível aprofundar a compreensão desse fenômeno por meio da análise de uma curva de potencial em função do espaçamento interatômico. Supondo a aproximação harmônica, como ilustrado na Figura 5, em que a energia de interação entre átomos ou moléculas é proporcional ao quadrado do desvio da posição de equilíbrio (energia potencial com comportamento parabólico), não ocorre dilatação térmica. Isso ocorre porque há simetria em torno do ponto de mínimo da curva, resultando em um espaçamento interatômico médio igual a zero. Nesse caso, as vibrações são simétricas, de modo que a posição média $\langle r \rangle$ permanece no centro (ou seja, $\langle r \rangle = 0$), e não há expansão térmica.

Figura 5 - Energia de ligação em função da distância interatômica em um sólido cristalino com distribuição de energia simétrica.

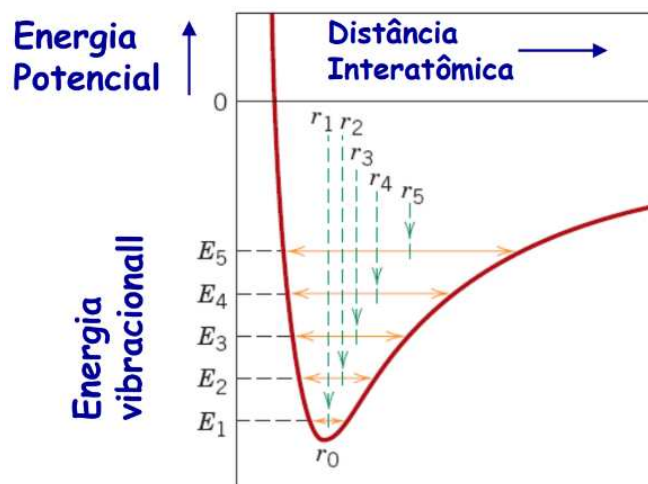


Fonte: <https://www.tecconcursos.com.br/questoes/1491746>

A expansão térmica é atribuída à anarmonicidade, ou seja, ao desvio da idealização harmônica do potencial de interação. Esse fenômeno decorre da curvatura assimétrica do poço de energia potencial, conforme ilustrado na figura 6, e

não das amplitudes vibracionais aumentadas dos átomos devido ao aumento da temperatura. Caso a curva de energia potencial apresentasse simetria, não haveria variação líquida ou global no espaçamento interatômico (ou intermolecular), resultando na ausência de dilatação térmica.

Figura 6 - Energia de ligação em função da distância interatômica em um sólido cristalino com distribuição de energia assimétrica.



Fonte: <https://www.teconconcursos.com.br/questoes/1491746>

Quando a curva de energia potencial apresenta assimetria, as vibrações dos átomos também se tornam assimétricas, o que implica que a posição média $\langle r \rangle$ varia com o aumento da magnitude da vibração, resultando em um deslocamento de $\langle r \rangle$ e, conseqüentemente, em expansão térmica.

Com base nessas considerações, é possível fazer uma descrição matemática simplificada do fenômeno. A distância interatômica de equilíbrio, r_0 , corresponde ao ponto mínimo da energia potencial de interação atômica $U(r)$. Em termodinâmica, para um sistema em equilíbrio térmico a uma temperatura T , a distância interatômica média é representada por $\langle r \rangle$ e é determinada pela distribuição de Maxwell-Boltzmann, que pondera os possíveis valores de r com base em sua probabilidade termodinâmica.

$$\langle r \rangle = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} r \cdot \exp \left[\frac{U(r)}{k_B T} \right] dr}{\int_{-\infty}^{+\infty} \exp \left[\frac{U(r)}{k_B T} \right] dr} \quad \text{Equação 27}$$

Ao introduzir uma nova variável $x = (r - r_0)$, onde r é a distância interatômica e r_0 é a distância de equilíbrio, a função de energia potencial $U(r)$ pode ser expressa em função de x . Dessa forma, a energia potencial $U(r)$ pode ser reescrita como $U(x)$, onde $U(x)$ representa a energia em relação ao deslocamento x a partir da posição de equilíbrio.

$$\langle r \rangle = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} [r_0 + (r - r_0)] \exp \left[\frac{U(r)}{k_B T} \right] dr}{\int_{-\infty}^{+\infty} \exp \left[\frac{U(r)}{k_B T} \right] dr} \quad \text{Equação 28}$$

$$\langle r \rangle = r_0 + \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot \exp \left[\frac{U(r)}{k_B T} \right] dr}{\int_{-\infty}^{+\infty} \exp \left[\frac{U(r)}{k_B T} \right] dr} \quad \text{Equação 29}$$

Para temperaturas suficientemente baixas, nas quais as amplitudes vibracionais são pequenas ($x \ll r$), é possível aproximar a energia potencial $U(x)$ por uma expansão em série até o termo de segunda ordem em x (x^2). Essa simplificação é conhecida como *aproximação harmônica*. Nessa condição, o termo exponencial $\exp \left[-\frac{U(x)}{k_B T} \right]$ assume o comportamento de uma função par em relação a x , enquanto o produto $x \exp \left[-\frac{U(x)}{k_B T} \right]$ torna-se uma função ímpar de x . Consequentemente, conclui-se que:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot \exp \left[\frac{U(r)}{k_B T} \right] dr = 0 \quad \text{e} \quad \text{Equação 30}$$

$$\langle r \rangle = r_0 \quad \text{Equação 31}$$

No caso harmônico, a distância interatômica média $\langle r \rangle$ coincide exatamente com r_0 , que representa a distância correspondente ao mínimo da energia potencial, como ilustrado no gráfico em forma de parábola. Entretanto, em temperaturas mais elevadas, os deslocamentos atômicos x tornam-se suficientemente grandes para que

os termos de ordem superior de $U(x)$ (como x^3) não possam ser desprezados. Esses termos introduzem efeitos anarmônicos na energia potencial.

Nessas condições, o termo exponencial $\exp\left[-\frac{U(x)}{k_B T}\right]$ deixa de ser uma função exclusivamente par ou ímpar em relação a x , resultando em uma fração integral estritamente positiva. Isso implica que $\langle r \rangle > r_0$ indicando que a distância interatômica média aumenta em relação a r_0 . Tal fenômeno caracteriza a expansão térmica, evidenciando que esse comportamento é uma consequência direta dos efeitos anarmônicos no potencial de interação atômica.

Para deslocamentos em que os termos anarmônicos na expressão da energia sejam pequenos em relação a $k_B T$, é possível, na equação 27, expandir os integrandos em séries para analisar as contribuições desses termos adicionais ao sistema (Kittel, 2006, p.104).

$$\langle r \rangle \cong \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} \exp\left[\frac{-cr^2(rk_B T + gr^4 + fr^5)}{k_B T}\right] dr}{\int_{-\infty}^{+\infty} \exp\left[\frac{-cr^2}{k_B T}\right] dr} \quad \text{Equação 32}$$

$$\langle r \rangle = \frac{\left(\frac{3\pi^{\frac{1}{2}}}{4}\right) \left(\frac{g}{c^2}\right) (k_B T)^{\frac{3}{2}}}{\left(\frac{\pi}{c} k_B T\right)^{\frac{1}{2}}} \quad \text{Equação 33}$$

$$\langle r \rangle = \frac{3g}{4c^2} k_B T \quad \text{Equação 34}$$

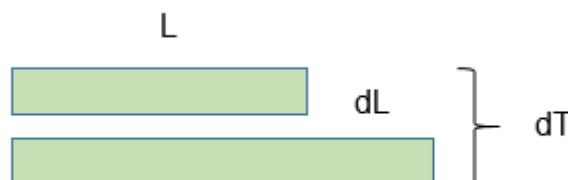
A distância interatômica média é então proporcional à temperatura. Este resultado explica o fenômeno da dilatação térmica dos corpos.

A dilatação térmica pode ser classificada em três tipos principais: linear, superficial e volumétrica, dependendo da dimensão em que a expansão ocorre.

4.3.1 Dilatação Linear

A dilatação linear refere-se à variação no comprimento de um sólido quando sua temperatura é alterada, considerando-se apenas uma dimensão do objeto. Embora o fenômeno da dilatação não seja perceptível a olho nu, ele depende tanto das propriedades do material quanto da magnitude da variação de temperatura. Na prática a dilatação ocorra em três dimensões, para simplificação dos cálculos, assume-se a dilatação linear, que foca na expansão ao longo de uma única dimensão.

Figura 7 - Para variações moderadas de temperatura, dL é diretamente proporcional a dT .



Fonte: Adaptada de Sears e Zemansky, 2008, p.185

Uma pequena variação de temperatura, dT , pode induzir uma alteração fracionária no comprimento $\left(\frac{dL}{L}\right)$ de um material que é diretamente proporcional à variação de temperatura:

$$\frac{dL}{L} = \alpha dT \quad \text{Equação 35}$$

Em que, a constante de proporcionalidade, α , é conhecida como coeficiente de expansão térmica linear, cuja unidade no Sistema Internacional (SI) é K^{-1} ou $^{\circ}C^{-1}$.

O coeficiente de dilatação linear (α) é uma propriedade do material que descreve a sua taxa de expansão com a temperatura. Este coeficiente, no entanto, não é constante para todas as faixas de temperatura, sendo determinado como uma média dentro de intervalos específicos. Assim, os valores tabelados de α representam uma aproximação válida apenas dentro de um determinado intervalo de temperatura. Porém, quando o valor da variação de temperatura dT não é muito grande (até $100^{\circ}C$), a variação de comprimento dL é considerado proporcional a dT (Figura 7) (Sears e Zemansky 2008).

Considerando que α é uma grandeza escalar e que assume um valor constante na faixa de temperatura considerada, pode-se generalizar que:

$$\int_{L_0}^L \frac{dL}{L} = \int_{T_0}^T \alpha dT \quad \text{Equação 36}$$

Mas,

$$\int_{L_0}^L \frac{dL}{L} = \ln\left(\frac{L}{L_0}\right) = \ln\left[\frac{(L - L_0) + L_0}{L_0}\right] = \ln\left[\frac{(L - L_0)}{L_0} + 1\right] \quad \text{Equação 37}$$

$$\approx \frac{(L - L_0)}{L_0} \quad \text{quando } \frac{(L - L_0)}{L_0} \ll 1 \quad \text{Equação 38}$$

Assim,

$$\approx \frac{(L - L_0)}{L_0} \quad \text{quando } \frac{(L - L_0)}{L_0} \ll 1 \quad \text{Equação 39}$$

e

$$(L - L_0) = \alpha L_0 (T - T_0) \quad \text{Equação 40}$$

Ou seja, a variação no comprimento é dada pelo produto do coeficiente de expansão linear com o comprimento e a variação de temperatura.

4.3.2 Dilatação Superficial

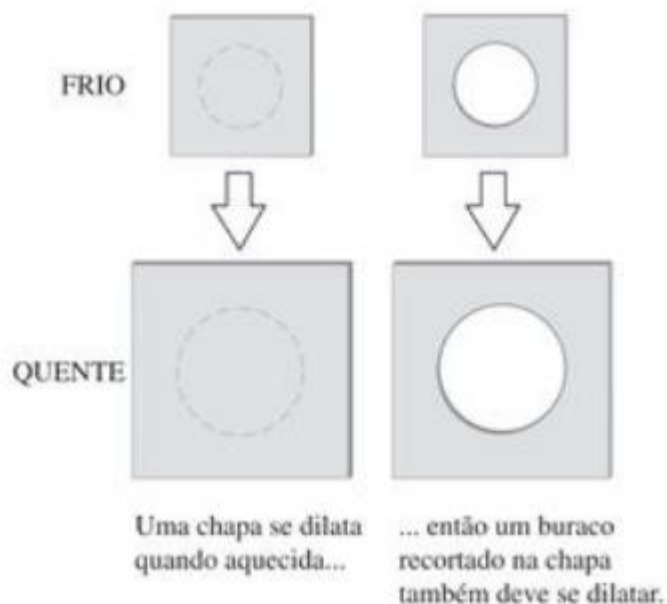
A dilatação superficial é o fenômeno no qual a variação dimensional ocorre predominantemente em duas dimensões, ou seja, na superfície do material. Em sistemas bidimensionais, como placas ou discos, o comprimento e a largura sofrem expansão de maneira proporcional ao aumento de temperatura, resultando em uma dilatação da área total da superfície. Por exemplo, uma chapa de aço com um orifício central dilata tanto em sua área total quanto no diâmetro do furo, mantendo as proporções relativas.

É importante destacar que, para materiais isotrópicos, o coeficiente de dilatação superficial é aproximadamente o dobro do coeficiente de dilatação linear. Assim, tanto a área total do corpo quanto qualquer espaço vazio no material (como um furo) aumentam de maneira proporcional ao aumento de temperatura.

4.3.3 Dilatação do Vazio

Para analisar o comportamento de uma chapa metálica com um orifício central quando submetida a um aumento de temperatura, deve-se abordar o problema considerando o comportamento das moléculas do material. À medida que o corpo é aquecido, as moléculas ganham energia térmica, o que aumenta sua agitação e, por consequência, a distância entre elas. No caso de uma chapa com um furo, as moléculas na borda do orifício também seguem esse princípio, expandindo-se na direção da superfície do material. Assim, o perímetro do furo aumenta, o que implica que o orifício também se dilata. Em resumo, como mostrado na Figura 8, o espaço vazio dentro do material se comporta de maneira equivalente a como se estivesse preenchido com o mesmo material, sofrendo expansão térmica proporcional (Sears e Zemansky 2008).

Figura 8 - Quando um objeto passa por dilatação térmica, quaisquer buracos existentes no objeto também se dilatam.



Fonte: Sears e Zemansky 2008, p.186

4.3.4 Dilatação Volumétrica

A dilatação volumétrica refere-se à variação do volume de um material quando ele é submetido a uma mudança de temperatura. Esse fenômeno envolve a expansão em três dimensões: altura, largura e comprimento. A dilatação volumétrica é particularmente relevante para líquidos e gases, que se expandem de forma significativa em todas as direções quando aquecidos.

O coeficiente de dilatação volumétrica (β) é diretamente relacionado ao coeficiente de dilatação linear (α). Ele é definido como sendo três vezes o coeficiente de dilatação linear ($\beta=3\alpha$). Isso ocorre porque, ao calcular o volume de um corpo, consideramos a expansão em três dimensões, resultando em uma relação direta entre as duas propriedades (Sears e Zemansky 2008).

Sendo assim, pode-se considerar que para um cubo de lado L o volume será $V= L^3$. Para a temperatura inicial, tem-se L_0 e V_0 . Quando a temperatura aumenta dT , o lado aumenta dL e o volume aumenta a quantidade dV . Logo:

$$dV = \frac{dV}{dL} dL = 3L^2 dL \quad \text{Equação 41}$$

Pela equação 41 pode-se substituir L por L_0 e V por V_0 .

$$dL = \alpha L_0 dT \quad \text{Equação 42}$$

Fazendo $V_0 = L_0^3$, podemos representar dV da seguinte maneira:

$$dV = 3L_0^2 \alpha L_0 dT = 3\alpha V_0 dT \quad \text{Equação 43}$$

$$\beta = 3\alpha \quad \text{Equação 44}$$

4.4 Processos de eletrização:

Os processos de eletrização são os métodos pelos quais um corpo inicialmente neutro pode adquirir uma carga elétrica, tornando-se eletricamente carregado. Em termos simples, são mecanismos que permitem a transferência de carga elétrica entre corpos, modificando seu estado elétrico (Villate, 2012).

Existem três principais métodos de eletrização, que diferem na forma como a carga é transferida ou induzida em um corpo: eletrização por contato, eletrização por atrito e eletrização por indução ou polarização. Um desses processos, a eletrização

por atrito, será explorado detalhadamente a seguir, destacando seus princípios e características fundamentais.

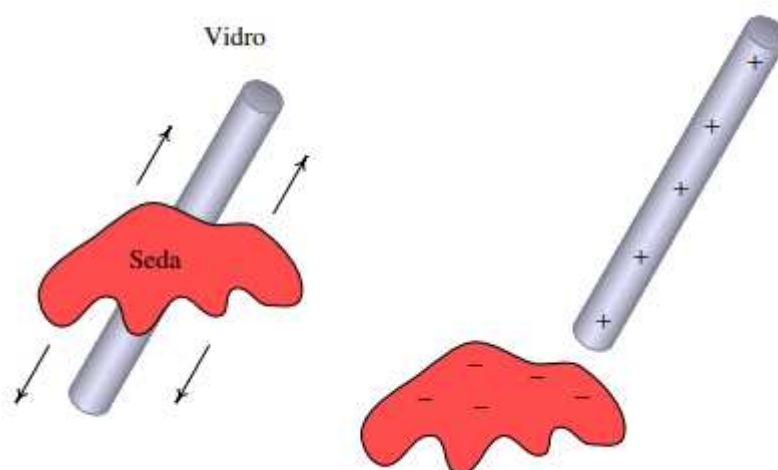
4.4.1 Eletrização por atrito:

A eletrização por atrito ocorre quando dois corpos, inicialmente neutros, entram em contato direto e são esfregados um contra o outro. Durante esse processo, há transferência de elétrons de um corpo para o outro, resultando na eletrização de ambos.

Esse fenômeno acontece porque os materiais envolvidos possuem diferentes afinidades por elétrons. Ao serem atritados, os elétrons de um material podem ser arrancados e transferidos para o outro. O corpo que perde elétrons se torna carregado positivamente, enquanto o corpo que os ganha adquire uma carga negativa (Villate, 2012).

Um exemplo clássico desse processo é o atrito entre um bastão de vidro e um pedaço de seda (Figura 9). Quando ambos são esfregados, o vidro perde elétrons, tornando-se positivamente carregado, enquanto a seda, que ganha esses elétrons, adquire uma carga negativa.

Figura 9 - Bastão de vidro sendo atritado com um pedaço de seda.



Fonte: Villate, 2012, p. 4

5 METODOLOGIA

Nesta pesquisa buscou-se aplicar atividades experimentais nas aulas de física no contexto de um CESEC, localizado em uma cidade na Zona da Mata mineira, utilizando-se os preceitos da androgogia e as indicações circunstanciais.

Primeiramente foi feita a pesquisa bibliográfica para a fundamentação teórica. Com relação as atividades experimentais, a pesquisa foi direcionada para os tópicos de física que já compunham o planejamento da disciplina no espaço formativo. O planejamento da disciplina é elaborado pelo professor regente, no presente caso, por mim e uma apostila é preparada previamente e distribuída aos alunos matriculados. Os tópicos abordados estão apresentados no quadro a seguir:

Quadro 3 - Unidades temáticas, conteúdo e objetivos do componente curricular Física

UNIDADES	CONTEÚDOS	OBJETIVOS
Unidade 1: Introdução à Física	Ramos da Física; Unidades e grandezas	Identificar uma grandeza física, considerando sua unidade de medida; fazer conversões de uma unidade para outra.
Unidade 2: Cinemática e dinâmica	Movimento uniforme; Movimento uniformemente variado; Leis de Newton.	Compreender os conceitos básicos de cinemática, Entender o que é movimento uniforme e variado, Entender as aplicações das Leis de Newton relacionar esses conhecimentos com sua vida cotidiana.
Unidade 3: Dinâmica	Trabalho Potência Energia.	Entender a relação entre trabalho, energia e potência; identificar situações reais que envolvam essas grandezas
Unidade 4: Termologia	Termometria; Dilatação térmica; Calorimetria.	Entender os conceitos de calor e temperatura; Conhecer o funcionamento dos termômetros; Relacionar as escalas termométricas; e entender os efeitos das trocas de calor entre corpos.

Unidade 5 Eletrostática Eletrodinâmica	Carga elétrica; Campo elétrico Corrente e resistor; Associação de resistores	Obter noções básicas de eletrostática e eletrodinâmica; Relacionar seus conhecimentos com a vida cotidiana; entender o funcionamento de alguns dispositivos elétricos.
--	---	--

Fonte: Autoria própria, 2023

A pesquisa foi realizada com um grupo de 13 estudantes, com idades entre 25 e 60 anos, matriculados no CESEC. As atividades ocorreram no terceiro bimestre do ano 2023, ao longo de cinco encontros semanais no período noturno. As aulas tinham duração de duas horas, das 19h às 21h, e foram planejadas para integrar conceitos de Física por meio de atividades experimentais, tanto reais quanto virtuais, visando favorecer a aprendizagem e a participação ativa dos estudantes.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi realizada uma pesquisa em revistas científicas com o objetivo de identificar estudos que abordassem o mesmo tema em Entretanto, ao realizar uma busca por artigos específicos sobre a aplicação de atividades experimentais no contexto dos CESECs, em periódicos especializados, como *Revista de Iniciação à Docência*, *A Física na Escola*, *Revista do Professor de Física*, *Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco*, *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, *Revista Mais Educação* e *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, observou-se uma notável escassez de estudos direcionados a esse público-alvo. Diante desse quadro, foi feita a opção de analisar trabalhos que, embora direcionados ao ensino regular, apresentassem objetivos semelhantes aos deste estudo. A seleção desses artigos foi baseada na relevância de suas propostas metodológicas e na possibilidade de adaptação para a realidade dos CESECs, contribuindo assim para embasar e fortalecer a pesquisa desenvolvida.

O intuito foi de reunir e analisar referências sobre experimentação no ensino de física, andragogia e o uso de indicações circunstanciais no ensino.

A relação de artigos e textos analisados durante o estudo estão listados no Quadro 2.

Quadro 2 – Artigos/textos analisados na fundamentação teórica

Artigo/ Texto selecionado	Revista/ Livro
O ensino de física e a aprendizagem significativa: um kit experimental com arduino para o ensino de queda livre.	Experiência em ensino de ciências
O professor do futuro: habilidades e competências necessárias para atuar em uma sociedade em mudança	Revista Educação, Humanidades e Ciências sociais
Atividades Experimentais no Ensino de Física: Teorias e Praticas.	VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
	Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa
Indicações circunstanciais como signos potencializadores do Pensamento crítico no ensino de biologia.	Revista Tecné, Episteme y Didaxis
A ludicidade com alunos da educação de jovens e adultos.	Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.
Experiential Learning Experience as the Source of Learning and Development.	Pearson Education
Caracterização das indicações circunstanciais emitidas durante atividade discursiva por um professor de ciências: uma leitura semiótica	Revista Ensaio
	Fundamentos da teoria dos signos
A prática metodológica no ensino de física	Revista mais educação
Aula Experimental de Física: um foco na aprendizagem de competências e habilidades previstas na matriz de referência curricular do Enem.	Caderno Brasileiro De Ensino De Física
	Semiótica
	Mensagens e sinais
	A teoria geral dos signos: semiose e autogeração
	Curso de linguística geral
O papel da experimentação no ensino da física.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
A ludicidade e o ensino de Física: relato de experiência a partir de experimentos de baixo custo	A Física na Escola
Instrução por indicações circunstanciais: Uma aplicação no ensino.	Revista Didática Sistemica
A afetividade como ferramenta pedagógica no processo de ensino-aprendizagem de jovens e adultos	eMosaicos
	Psicologia pedagógica e A formação social da mente.
	Mensagens e sinais
Caso investigativo na formação continuada de professores: discutindo a relação da prática experimental na sala de aula.	Revista do Professor de Física

Fonte: Autoria própria, 2025

A partir desse suporte da literatura foram escolhidos experimentos para aplicação em cada uma das unidades do componente curricular.

Para cada unidade, foi selecionado um conceito de Física a ser trabalhado por meio da experimentação. As indicações circunstanciais emitidas ao longo das aulas foram registradas em diário de bordo e posteriormente analisadas. Os registros foram examinados por três pesquisadores em um processo de triangulação, a fim de minimizar vieses interpretativos e garantir maior rigor metodológico na análise dos dados.

A presente pesquisa é de natureza qualitativa, e quanto aos seus objetivos pode ser classificada entre exploratória, que possibilita maior familiaridade com o tema e a formulação de hipóteses, e a descritiva (Marconi, Lakatos, 2022). Segundo Gil (2022, p. 42) “as pesquisas descritivas são, juntamente com as exploratórias, as que habitualmente realizam os pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática”.

Acompanharam os experimentos questões didáticas direcionadas aos alunos, para diagnóstico e verificação de aprendizagem, as quais nominamos de pré-teste, pós-teste que podem ser consultados no apêndice, itens 9.1 e 9.2 e um teste final apresentado nas páginas 118 -122.

Durante cada uma das aulas, os estudantes realizaram dois testes: um antes (pré-teste) e outro após a aula experimental (pós-teste). Os testes consistiam, em média, de cinco questões, incluindo questões discursivas, permitindo aos alunos expressarem, à sua maneira, seus conhecimentos sobre o tema abordado.

Após a aplicação do pré-teste, antes de iniciar a aula propriamente dita, dedicava-se um período para um diálogo informal com os estudantes, com o objetivo de verificar seus conhecimentos prévios sobre o tema a ser abordado.

Segundo Espíndola e Moreira (2006), essa abordagem é favorável, pois permite ao professor identificar um ponto de partida adequado, determinar o início da aula e identificar os tópicos que necessitam de maior ênfase.

Partindo sempre do princípio de que os alunos jovens e adultos conhecem muitos assuntos, iniciar a atividade sempre com uma conversa informal é necessário, pois assim o educador conhece os interesses e o que estes alunos têm de motivação (Espíndola, Moreira; 2006; p.19).

Ainda na visão dos autores citados:

Na EJA, independente da estratégia de ensino, há uma necessidade em reconhecer os conhecimentos e habilidades construídos pelos educandos por meios informais, adquiridos nas experiências de suas vidas (Espíndola, Moreira; 2006; p.19).

Depois da conversa inicial, seguia-se para a apresentação do conteúdo. Durante essas sessões, conduzimos tanto aulas experimentais quanto demonstrativas, sempre com o objetivo de fomentar a participação ativa e a interação dos alunos.

Cada aula teve duração de duas horas e seguiu uma metodologia ativa, em que os alunos participaram de atividades experimentais que possibilitaram a construção do conhecimento de forma prática e contextualizada. No início de cada aula, os estudantes realizaram um pré-teste para avaliar seus conhecimentos prévios sobre o tema abordado. Ao final, um pós-teste foi aplicado com o objetivo de verificar a evolução conceitual dos alunos e analisar o impacto da atividade experimental no aprendizado.

Posteriormente, a análise comparativa dos resultados do pré-teste e do pós-teste permitiram à professora avaliar a evolução dos conhecimentos demonstrados pelos alunos antes e depois da aula.

Decorridas duas semanas do término das aulas presenciais, os alunos foram convidados a retornar para a realização de um teste final. Este teste, diferentemente dos aplicados durante as aulas, continha um número maior de questões, todas de múltipla escolha.

Durante as cinco semanas em que as aulas foram ministradas, seguiu-se um padrão consistente: pré-teste, discussão inicial, aula, pós-teste e nova discussão.

Ressalta-se que no CESEC não há uma turma regular que acompanha o professor durante todo o semestre letivo, cada aluno tem o seu tempo, mas todos precisam concluir todas as unidades do componente curricular.

Para concluir uma disciplina no CESEC o aluno estudará todo o conteúdo dividido em cinco unidades. O aluno faz uma unidade por vez. Estuda o conteúdo, com ou sem a orientação do professor, faz o trabalho referente à unidade estudada

e, quando se julgar pronto, faz a prova. Conseguindo 50% de aproveitamento no trabalho e na prova, o aluno é aprovado e passa para a unidade seguinte.

Esse método de avaliação do CESEC segue os parâmetros relacionados no Artigo 88 da Resolução 4692/21 (SEE/MG, 2021), a seguir:

Art. 88 - A avaliação da aprendizagem, de caráter processual, formativo e participativo, deve: I - ser contínua, cumulativa e diagnóstica; II - utilizar vários instrumentos, recursos e procedimentos; III - fazer prevalecer os aspectos qualitativos do aprendizado dos estudantes sobre os quantitativos; IV - assegurar tempos e espaços diversos para que os estudantes com menor rendimento tenham condições de ser devidamente atendidos ao longo do ano letivo; V- prover, obrigatoriamente, intervenções pedagógicas, ao longo do ano letivo, para garantir a aprendizagem no tempo certo; VI- possibilitar aceleração de estudos para os estudantes com distorção idade/ano de escolaridade; VII- considerar as habilidades desenvolvidas ao longo do processo de ensino e aprendizagem (SEE/MG, 2021).

Diferentemente do ensino regular, ao estudante são ofertadas tantas oportunidades de realização de provas modulares quantas forem necessárias. Entre uma tentativa e outra, o professor deve fornecer ao estudante novas orientações de aprendizagem.

O produto educacional resultante do trabalho reuni os experimentos desenvolvidos e os testes com sugestões de respostas e está apresentado no apêndice 9.3. Consiste em um conjunto de cinco aulas experimentais voltadas para o ensino de conceitos fundamentais da Física. As aulas abordaram os seguintes temas: Grandezas físicas e unidades de medida, Movimento Uniforme, Energia potencial gravitacional, Energia cinética, Dilatação térmica dos sólidos e Eletrização por atrito.

Os estudantes, participantes dessa pesquisa, por não terem a obrigatoriedade de participarem de aulas presenciais, foram convidados a participar das aulas ofertadas para essa pesquisa. Em cada semana foi abordado um tema específico dentre aqueles presentes em cada unidade didática do material utilizado, conforme apresentado no quadro 3.

Quadro 3 - Cronograma de aplicação do produto educacional

Data da aula	Unidades	Tempo de duração da aula	Desenvolvimento
24/08/2023	Unidade 1: Grandezas físicas e unidades de medida	2 horas	Discussão inicial, Pré-teste (10 minutos) (apêndice 9.1), Apresentação do experimento, Discussão, Pós-teste (apêndice 9.2), Nova discussão.
31/08/2023	Unidade 2: Movimento uniforme	2 horas	Discussão inicial, Pré-teste (10 minutos) (apêndice 9.1), Apresentação do experimento, Discussão, Pós-teste (apêndice 9.2), Nova discussão.
04/09/2023	Unidade 3: Energia, Energia Potencial gravitacional e Energia Cinética.	2 horas	Discussão inicial, Pré-teste (10 minutos) (apêndice 9.1), Apresentação do experimento, Discussão, Pós-teste (apêndice 9.2), Nova discussão.
14/09/2023	Unidade 4: Dilatação térmica dos sólidos.	2 horas	Discussão inicial, Pré-teste (10 minutos) (apêndice 9.1), Apresentação do experimento, Discussão, Pós-teste (apêndice 9.2), Nova discussão.
26/09/2023	Unidade 5: Processos de eletrização, eletrização por atrito.	2 horas	Discussão inicial, Pré-teste (10 minutos) (apêndice 9.1), Apresentação do experimento, Discussão, Pós-teste (apêndice 9.2), Nova discussão.
17/10/2023 19/10/2023	Todas as unidades abordadas.	30 min em média	Teste final

Fonte: Autoria própria, 2025

Os testes aplicados antes e depois das aulas experimentais foram utilizados como instrumento de avaliação para os estudantes que necessitavam ser avaliados a fim de obter aprovação em cada unidade do componente curricular e, posteriormente, na disciplina. A aplicação do teste inicial permitiu verificar os conhecimentos prévios dos alunos, enquanto o teste final serviu para avaliar a

assimilação dos conceitos abordados durante as atividades experimentais. Dessa forma, esses testes desempenharam um papel fundamental no processo avaliativo, garantindo que os estudantes tivessem a oportunidade de demonstrar seu aprendizado e alcançar a aprovação necessária.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta desse trabalho foi oferecer uma abordagem experimental para o ensino de Física no CESEC, proporcionando aos estudantes a oportunidade de uma aprendizagem mais efetiva.

Nesse período em que essas aulas foram realizadas, foi possível perceber como a interação entre professor e aluno desempenha um papel fundamental na aprendizagem, pois cria um ambiente onde o aluno se sente apoiado e motivado a participar ativamente do processo educativo. Durante as aulas, essa interação permitiu identificar as necessidades individuais dos alunos, esclarecer dúvidas em tempo real e adaptar as estratégias pedagógicas de acordo com o ritmo e a compreensão dos estudantes. Além disso, a troca constante de ideias e *feedback* construtivo fortaleceu o vínculo entre todos os envolvidos, promovendo um aprendizado mais significativo e colaborativo.

As aulas práticas e experimentais também se mostraram altamente eficazes, despertando a curiosidade e o interesse dos alunos, mesmo em um público adulto com experiência de vida diversificada e preocupações variadas. Essas experiências práticas proporcionam benefícios significativos para a compreensão dos conceitos.

A seguir estão detalhadas as atividades desenvolvidas em cada uma das unidades.

6.1. Unidade 1: Medidas de grandezas físicas

Dentre os conteúdos da unidade 1 do material didático, medidas de grandezas físicas foi o tema abordado para a primeira aula.

Como planejado e previamente combinado com os alunos, eles que já estavam de posse do material didático, deveriam fazer a leitura prévia em casa antes da aula presencial.

No início da aula, os alunos fizeram o pré-teste e após todos terem concluído foi mostrado a eles alguns instrumentos de medida (Figura 10), sondando se eles sabiam para que serviam, o que mediam...

Figura 10 - Instrumentos de medida de grandezas físicas



Fonte: Autoria própria, 2023

Muitas respostas foram surgindo, como “*a balança serve para pesar as coisas*”, “*o relógio para olhar as horas*” ... Dentre outras.

Enquanto seguíamos a conversa, foi perceptível que embora a maioria dos instrumentos de medida sejam usados diariamente por eles, muitos não sabiam o nome do instrumento, não sabiam especificar qual grandeza física mediam e também qual a unidade de medida correta de cada grandeza.

Quando questionados sobre o que quer dizer grandeza física, a grande maioria dos estudantes disseram se tratar de algo grande.

Foi explicado aos estudantes que grandeza física é tudo o que pode ser medido (Sears e Zemansky, 2008) e que para medir essas grandezas utilizamos instrumentos de medida como os que foram mostrados.

O relógio é um instrumento de medida que mede a grandeza física, tempo, assim como a fita métrica mede comprimento, a balança mede massa, o termômetro temperatura e assim por diante. Foi explicado também que, cada grandeza tem uma unidade de medida, e para melhor compreensão foi feita uma analogia comparando a unidade ao sobrenome, que quando mencionado permite identificar a pessoa, assim também, a unidade de medida, quando mencionada permite identificar a grandeza abordada. Por exemplo: Quando dizemos 5 metros, a unidade “metros”, mostra que estamos nos referindo a grandeza comprimento. Se falamos 2 horas, a unidade

“horas”, mostra que estamos falando de tempo. Daí a necessidade de conhecermos as grandezas físicas, os instrumentos de medidas e as suas respectivas unidades de medida.

No decorrer da aula, foi mostrada a eles a tabela do SI (Sistema Internacional de Unidades), explicando a necessidade de se usar unidades de medida padronizadas em todo o mundo, para facilitar as relações comerciais, principalmente. Foi explicado também que, além das unidades padronizadas, existem outras unidades de medidas, múltiplas ou submúltiplas das do SI, que são usadas cotidianamente de acordo com a necessidade. Para medir uma grande distância, o quilômetro deve ser usado como unidade de medida e não o metro. Para comprar orégano, por exemplo, medimos em gramas, não em quilogramas, por se tratar de algo com massa muito pequena e foi demonstrado a relação entre as unidades de medida e como podemos fazer a conversão entre elas.

Para demonstrar a utilização dos instrumentos de medida, foi feita a medição da porta de entrada da sala de aula, o valor medido foi representado em metros, centímetros e quilômetros, ressaltando que uma mesma grandeza pode ser representada em várias unidades de medida.

Foi feita também a medida da massa de um saco de arroz e representado o valor em quilogramas, gramas e miligramas.

Segue abaixo os dados coletados:

Quadro 3 - Medidas de comprimento da porta da sala de aula e massa de um saco de arroz.

Medidas da Porta	0,0024 Km	2,40 m	240 cm
Saco de arroz	5 kg	5000 g	5000000 mg

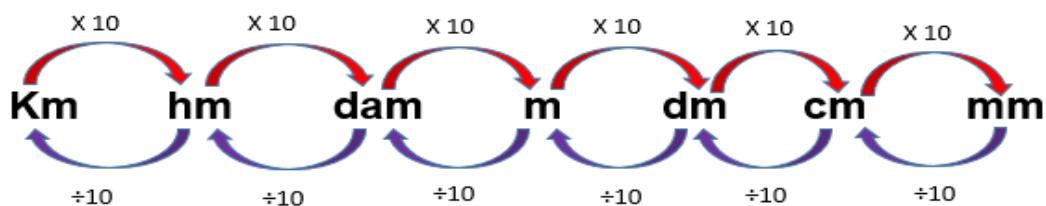
Fonte: Autoria própria, 2023

As medições foram feitas pelos alunos e as conversões de unidades feitas no quadro utilizando as regras de conversão mostradas em slide.

As regras de conversão apresentadas durante a aula são apresentadas nas Figuras 11, 12 e 13 seguintes:

Comprimento:

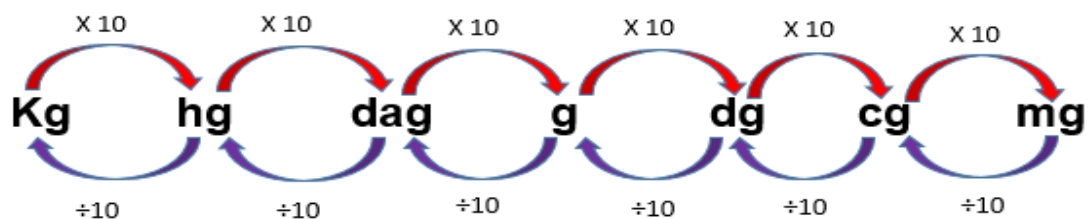
Figura 11 - Regra de conversão de unidades de comprimento



Fonte: Autoria própria, 2023

Massa:

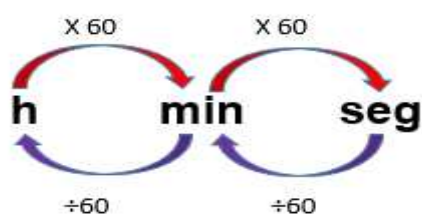
Figura 12 - Regra de conversão de unidades de massa



Fonte: Autoria própria, 2023

Tempo:

Figura 13 - Regra de conversão de unidades de tempo.



Fonte: Autoria própria, 2023

Vale ressaltar que, as unidades de tempo apresentadas para a conversão foram apenas as mais usadas no dia a dia.

Após as medições e conversões de unidades, foi dado um momento para perguntas e esclarecimento de dúvidas. Os estudantes relataram ter compreendido o que foi proposto e então, seguiu-se para o segundo questionário, o “ pós- teste”.

De posse dos dois testes realizados pelos estudantes, foi possível fazer a relação entre eles para verificar se houve alguma evolução considerável de um para o outro. Na comparação entre os testes percebeu-se que estudantes que não haviam

respondido quase nada no primeiro, conseguiram boas respostas no segundo. Embora nenhum deles tenha acertado todas as questões do questionário, ficou evidente que grande parte conseguiu compreender o que foi proposto e que o primeiro objetivo havia sido alcançado.

6.2 Unidade 2: Movimento retilíneo uniforme-MRU

Nos estudos da segunda unidade do material didático adotado, foi selecionado o conceito de "movimento uniforme" para uma exploração mais aprofundada em sala de aula. Na semana que antecedeu esta aula, os alunos foram instruídos a estudar toda a segunda unidade do material didático. É importante destacar que a unidade em questão não se limita ao conteúdo abordado na aula em questão, mas apenas este assunto foi escolhido para uma análise mais detalhada, com orientação, esclarecimento de dúvidas e uma abordagem experimental.

Antes de administrar o pré-teste, os estudantes foram consultados sobre se haviam feito a leitura do material fornecido e se tinham estudado por outras fontes, como vídeos ou outros meios. Todos afirmaram ter realizado a leitura, mas não terem estudado de outra forma.

Após a conclusão do teste, seguimos com uma conversa informal sondando o entendimento dos alunos sobre o que significava movimento retilíneo uniforme, e muitos demonstraram dificuldade em formular uma resposta condizente com o objetivo da aula. Muitos estudantes pareciam inseguros em responder e tinham dificuldade em encontrar as palavras adequadas para se expressarem.

Para facilitar a compreensão do conceito, iniciamos a aula analisando detalhadamente o termo "Movimento Retilíneo Uniforme" (MRU). Inicialmente, foi explicado que um corpo é considerado em movimento quando há uma mudança de sua posição em relação a um ponto de referência fixo (Válio, A. B. M, et al. Ser protagonista, 2014). Em outras palavras, um objeto está em movimento se ele se desloca em relação a um sistema de referência. Portanto, para determinar se um objeto está em movimento ou em repouso, é necessário escolher um ponto de referência em relação ao qual será feita a análise. Foi destacado que um objeto pode estar em movimento em relação a um ponto de referência e em repouso em relação a outro. O exemplo clássico de passageiros em um ônibus foi utilizado para ilustrar esse conceito.

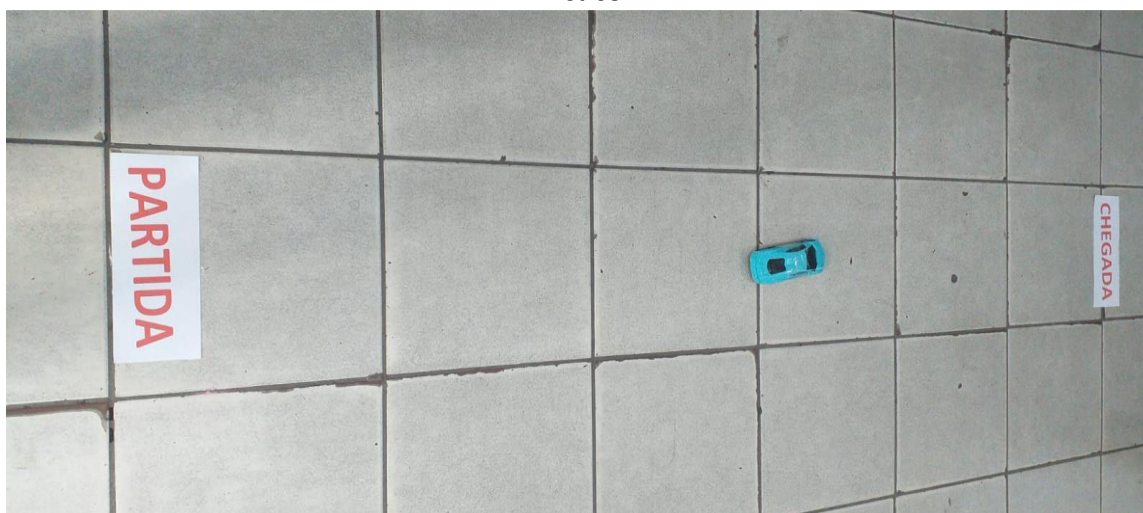
Em seguida, foi explicado aos estudantes que o termo "Retilíneo" se refere a um movimento que ocorre ao longo de uma linha reta. Isso significa que a trajetória do objeto não apresenta curvas ou desvios, mantendo-se linear ao longo do tempo.

Usando uma analogia simples de uniformes de trabalho, foi explicado que "uniforme" significa que algo no movimento permanece constante o tempo todo, o que no contexto do movimento uniforme se refere à velocidade. Foram apresentados exemplos de movimentos retilíneos, movimentos retilíneos uniformes e movimentos uniformes, com sugestões dos alunos, como o movimento de um ventilador, o movimento do ponteiro do relógio e o movimento de uma escada rolante, entre outros.

Foi destacado durante a explicação que um corpo pode estar em movimento retilíneo sem ser uniforme, e também pode estar em movimento uniforme sem ser retilíneo. Isso implica que um movimento pode ser linear mas apresentar variações na velocidade (não uniforme), ou manter uma velocidade constante mas seguir uma trajetória curva (não retilíneo).

No pré-teste, os alunos foram questionados se sabiam como calcular a velocidade média de um corpo. Foi explicado que a velocidade escalar média de uma partícula (V_m) é a razão entre o deslocamento escalar (ΔS) desenvolvido pela partícula e o intervalo de tempo (Δt) em que esse deslocamento ocorre (Válio, A. B. M, et al. Ser protagonista, 2014). Para demonstrar, a velocidade média de um carrinho de brinquedo foi calculada, com a marcação de um espaço de 2 metros na sala de aula e o registro do tempo que o carrinho levou para percorrer esse espaço (figura 14).

Figura 14 - Momento em que o carrinho de controle remoto percorria o espaço demarcado de 2 metros



Fonte: Autoria própria, 2023

Os dados coletados estão apresentados a seguir:

Quadro 4 - Medidas de espaço e tempo que o carrinho levou para percorrê-lo

$\Delta S =$ Espaço percorrido	2m
$\Delta t =$ Intervalo de tempo	1,5s

Fonte: Autoria própria, 2023

Para calcular a velocidade média, usamos a seguinte expressão:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \text{Equação 23}$$

$$V_m = \frac{S - S_0}{t - t_0} \quad \text{Equação 24}$$

Em que:

- $V_m =$ Velocidade média;
- $\Delta S =$ Variação da posição,
- $\Delta t =$ Variação do espaço;
- $S =$ Posição final;
- $S_0 =$ Posição inicial;
- $t =$ Instante final;
- $t_0 =$ Instante inicial.

Logo:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$V_m = \frac{2m}{1,5s}$$

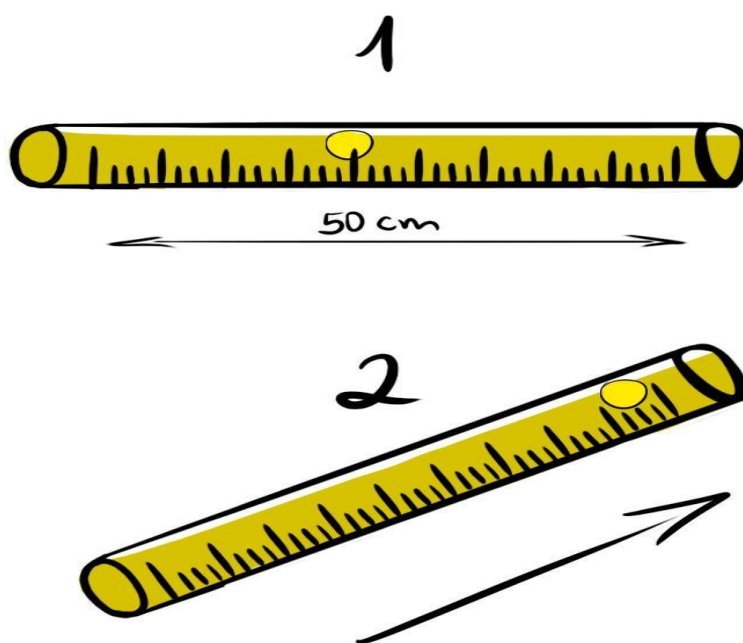
$$V_m = 1,33m/s$$

Foi ressaltado que, sempre que precisamos calcular a variação de alguma grandeza, devemos proceder subtraindo o valor final do valor inicial (Válio, A. B. M,

et al. Ser protagonista, 2014). Isso se aplica a diversas grandezas físicas, como posição, velocidade e tempo, entre outras. Essa abordagem é essencial para determinar mudanças ou deslocamentos no contexto de análises de movimento e outras áreas da física.

Para demonstrar ainda mais o cálculo da velocidade média e verificar se o movimento com velocidade constante era possível, outro experimento foi conduzido com a ajuda dos alunos. Um tubo transparente de 50 cm de comprimento foi preenchido com óleo, com uma bolha de ar presa no interior. O experimento envolveu medir o tempo necessário para que a bolha de ar se deslocasse 10 cm (Figura 15). Vários estudantes foram responsáveis por cronometrar diferentes trechos do movimento da bolha de ar.

Figura 15 - Movimento da bolha de ar dentro do tubo com óleo



Fonte: Willian Costa, 2024

Os dados obtidos foram registrados e, embora tenham sido ligeiramente diferentes, os valores foram arredondados para maior clareza (Quadro 5). Os estudantes ficaram satisfeitos ao perceber que seus valores eram muito próximos.

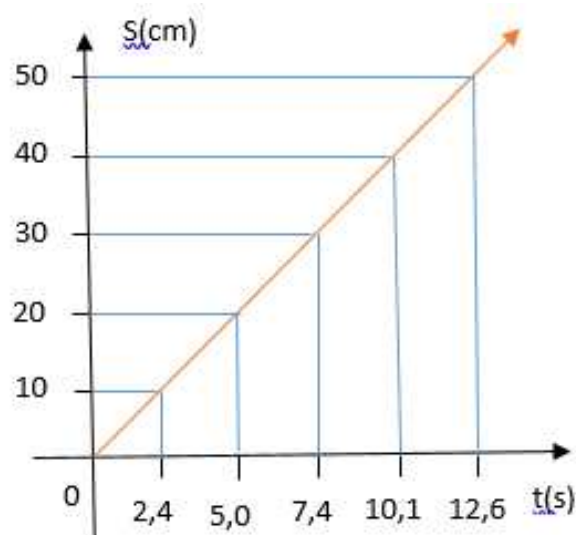
Quadro 5 - Posição da bolha de ar e tempo necessário atingi-la. Dados coletados na aula experimental.

Posição(cm)	0	10	20	30	40	50
Tempo(s)	0	2,4	5,0	7,4	10,1	12,6

Fonte: Autoria própria, 2023

Após calcular a velocidade média, desenhei os gráficos da posição em função do tempo e da velocidade em função do tempo, demonstrando que no movimento uniforme, o corpo percorre espaços iguais em tempos iguais. No caso do experimento (Gráfico 2), o movimento foi progressivo, com o espaço aumentando com o tempo, resultando em uma linha reta ascendente no gráfico da posição em função do tempo.

Gráfico 2 - Posição da bolha de ar em função do tempo



Fonte: autoria própria, 2023

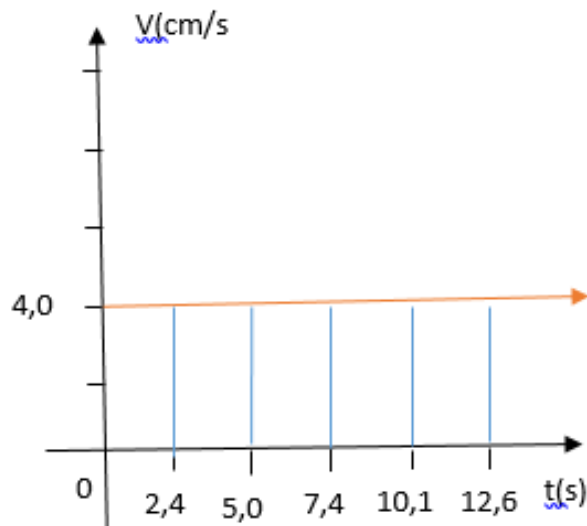
O gráfico da velocidade em função do tempo (Gráfico 3) mostrou que a velocidade permaneceu constante com o tempo, representando uma linha paralela ao eixo do tempo.

Quadro 6 - Velocidade média e tempo/ Dados calculados na aula experimental

Velocidade(Cm/s)	0	4,16	4,0	4,05	3,96	3,96
Tempo(s)	0	2,4	5,0	7,4	10,1	12,6

Fonte: Autoria própria, 2023

Gráfico 3 - Velocidade de movimento da bolha de ar



Fonte: Autoria própria, 2023

Ao final da aula houve uma discussão sobre as atividades realizadas, e os alunos tiveram a oportunidade de expressar suas opiniões, dúvidas e satisfação com o conteúdo abordado. Em seguida, foi aplicado o pós-teste, e a relação entre os testes aplicados revelou uma melhoria significativa nos resultados apresentados, incluindo um aluno que acertou todas as questões do segundo teste.

Como já mencionado neste trabalho, é visível que a interação entre professor e alunos, bem como a interação entre os próprios estudantes é benéfica para o processo de aprendizagem. A conexão entre o que é ensinado na escola e o que é experimentado fora dela contribuiu substancialmente para esse processo.

6.3 Unidade 3: Energia potencial gravitacional, energia cinética e conservação de energia

Na terceira unidade do material didático adotado, são abordados os conceitos de trabalho, potência e energia. Para esta aula, foram selecionados os temas de energia cinética, energia potencial gravitacional e conservação de energia.

Conforme a prática habitual, foi designada aos estudantes a tarefa de realizar a leitura e o estudo independente do conteúdo da unidade de acordo com suas próprias abordagens de aprendizado.

Os alunos demonstraram entusiasmo em relação à aula, destacando que ansiavam por ela, pois esperavam compreender conceitos que anteriormente ainda não tinham nenhuma noção. Relataram também a dificuldade de estudar de forma autônoma, sem a orientação de um professor. Argumentaram que a física se tornava mais complexa na ausência de uma explicação direta.

Iniciada a aula com uma breve conversa, os estudantes receberam o pré-teste, seguindo o mesmo formato anterior, com questões abertas para expressarem o conhecimento adquirido por meio de seus estudos independentes. Ao analisar as respostas fornecidas, notou-se que muitos alunos não possuíam uma compreensão substancial do assunto, ou talvez tivessem dificuldade em relacionar seu conhecimento prévio com o conteúdo do teste.

Após a conclusão do pré-teste, a aula continuou com uma discussão sobre o tópico em questão. Foram feitas perguntas sobre energia, suas diversas formas e como a energia elétrica é produzida e entregue às residências. As respostas foram variadas e, em alguns casos, pareciam não estar diretamente relacionadas às perguntas, mas todos os alunos participaram ativamente.

Ao iniciar a aula propriamente dita, foi comentado com os estudantes que ainda não temos uma definição exata para energia. Mas, nessa abordagem, energia será definida como a capacidade de um corpo realizar trabalho (Bonjorno et al, 2001). Usando uma analogia que relacionava o estado de cansaço ou apatia com a falta de energia, a energia foi apresentada como o fator que nos possibilita realizar atividades diárias.

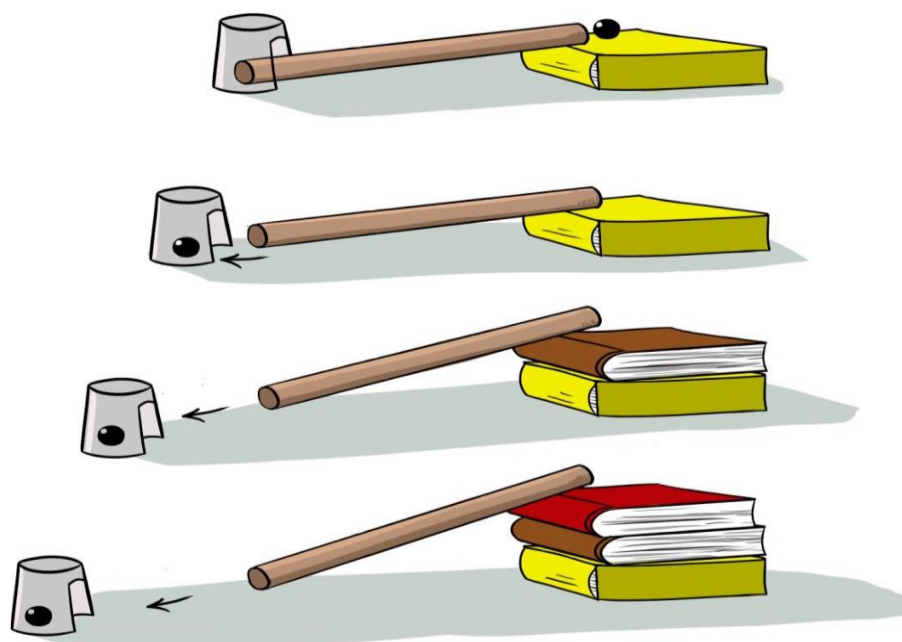
Foi enfatizado que a energia não pode ser perdida, apenas transformada de uma forma para outra, sendo essas transformações a base da geração de energia elétrica nas usinas hidrelétricas, que é a fonte predominante de energia elétrica para os estudantes.

Durante a explicação, foi detalhado como a construção de grandes barragens para hidrelétricas armazena energia potencial gravitacional, e que a quantidade de energia armazenada depende da altura da barragem em relação a um ponto de referência, nesse contexto, o ponto de referência são as turbinas movimentadas pela água. Essa energia é convertida em energia cinética quando a água flui através das turbinas, iniciando o processo de geração de eletricidade. Após a conversão de energia potencial gravitacional em energia cinética, seguem-se outras conversões até a eletricidade ser entregue às residências.

Para ilustrar essa conversão de energia, foi explicado que a energia cinética está relacionada ao movimento e que um objeto em repouso não possui energia cinética. Foi demonstrado que a velocidade é um fator importante na quantidade de energia cinética armazenada, destacando-se que acidentes de trânsito são mais graves a altas velocidades.

Para verificar a conversão de energia potencial gravitacional em energia cinética, foi proposto um experimento simples com um tubo, uma esfera e um copo. Como ilustrado na Figura 16, a esfera foi posicionada na parte elevada do tubo, que estava inclinado, para observar se a descida da esfera gerava movimento no copo colocado na outra extremidade.

Figura 16 - Experimento demonstrativo de conservação da energia



Fonte: Willian Costa, 2024

O experimento demonstrou que a energia potencial gravitacional se converte em energia cinética durante a descida da esfera, o que resultou no movimento do copo. Foi enfatizado que, aumentando a altura inicial da esfera, sua velocidade e capacidade de mover o copo também aumentavam.

Durante essa aula, foram abordados apenas os conceitos teóricos de energia, com ênfase na energia potencial gravitacional e na energia cinética. Optou-se por não explorar os métodos de cálculo dessas energias, considerando que tal

abordagem seria de mais difícil compreensão para os estudantes e que tomaria um tempo maior de aula.

Após a realização dos experimentos, ocorreu uma discussão adicional para esclarecer dúvidas, seguida pela aplicação de um pós-teste.

Como observado nas aulas anteriores, houve uma evolução notável nas respostas dos alunos, indicando que, pelo menos no curto prazo, eles haviam adquirido uma compreensão mais sólida do conteúdo apresentado.

6.4 Unidade 4: Dilatação térmica dos sólidos – Dilatação superficial

Na quarta unidade do material didático adotado, aprofundou-se no tema da dilatação térmica. Este tópico foi escolhido devido à sua presença comum no cotidiano das pessoas. O fenômeno da dilatação térmica é frequentemente observado, mas raramente é compreendido em profundidade, sem uma explicação científica.

Como de costume, a aula começou com a aplicação de um pré-teste, no qual os estudantes responderam à algumas perguntas sobre a dilatação com base em seu conhecimento prévio e na leitura da unidade da apostila relacionada ao assunto. No entanto, foi observado que, ao longo do tempo, alguns alunos começaram a se esforçar menos no pré-teste, preferindo aguardar a aula para responder ao segundo teste. Alguns mencionaram a dificuldade de aprender de forma independente e como a explicação do professor facilita a compreensão.

Após o primeiro teste, a aula prosseguiu com uma discussão sobre o assunto. Os estudantes foram convidados a compartilhar seu conhecimento sobre a dilatação, e uma variedade de respostas foi apresentada. Essa interação foi enriquecedora, pois permitiu que os alunos compartilhassem suas experiências e conhecimentos prévios, o que direcionou o andamento da aula e ajudou a aprofundar a explicação do conteúdo.

Dentre as respostas dos estudantes sobre o que é a dilatação, surgiram exemplos como "*a dilatação do corpo da mulher durante a gravidez*" e "*a dilatação da pupila durante um exame de vista*". No entanto, a compreensão do conceito de dilatação ainda não estava clara para todos.

No decorrer da aula, foi explicado que a dilatação térmica se refere à expansão de materiais devido a variações de temperatura e que cada material possui uma

característica específica chamada de coeficiente de dilatação. Por serem diferentes, alguns materiais se expandem mais do que outros. Foi destacado, por exemplo, que os metais têm coeficientes de dilatação maiores em comparação com a madeira, portanto, os metais se dilatam com mais facilidade.

Foi ressaltado também que o coeficiente de dilatação é uma característica relevante tanto na dilatação quanto na contração dos corpos. Corpos com coeficiente de dilatação elevado, que apresentam facilidade para expandir, também possuem facilidade para contrair.

Durante a conversa, foram mencionados exemplos do cotidiano, como a necessidade de deixar espaços entre azulejos ao instalá-los, as juntas em linhas férreas e problemas com fios de energia que se rompem devido à dilatação e contração. Um aluno compartilhou uma experiência de trabalho em que uma ferramenta de ferro não encaixava em dias frios e se acaso estivesse encaixada e a temperatura diminuísse ela ficava “emperrada”, mas soltava quando exposta ao sol. Ele percebeu que isso ocorria devido à contração e dilatação do material.

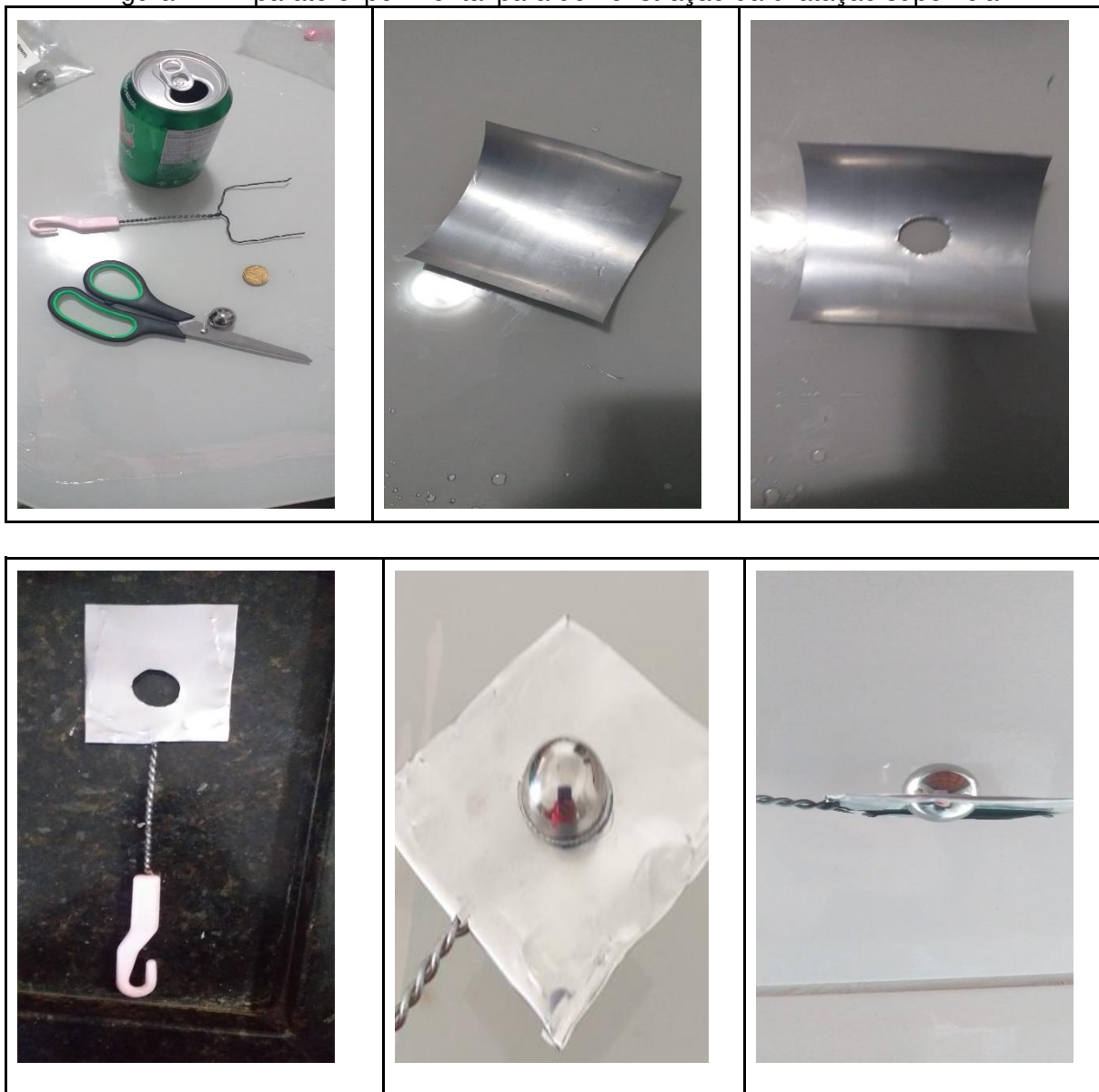
Sobre essa capacidade de relacionar situações cotidianas com o conteúdo compartilhado em sala de aula, Espíndola e Moreira relatam:

O aluno adulto precisa sistematizar os conhecimentos que já possui, que construiu com as práticas de vida, e relacioná-los com os conhecimentos trabalhados na sala de aula. Para isto, reconhecer os elementos que compõem sua realidade é essencial para que, de fato, haja uma construção do conhecimento e para que a aprendizagem seja significativa (Espíndola; Moreira, 2006, p.20).

Essas trocas de experiências tornaram a aula mais envolvente, já que os alunos puderam relacionar o conteúdo com situações reais que vivenciaram.

Após essa interação, a aula prosseguiu com um experimento prático para demonstrar a dilatação térmica. Conforme mostra a Figura 17, uma placa de alumínio (foi usado uma latinha de refrigerante) com um orifício central. Os alunos notaram que uma esfera de aço de 15mm não passava pelo orifício quando a placa estava à temperatura ambiente.

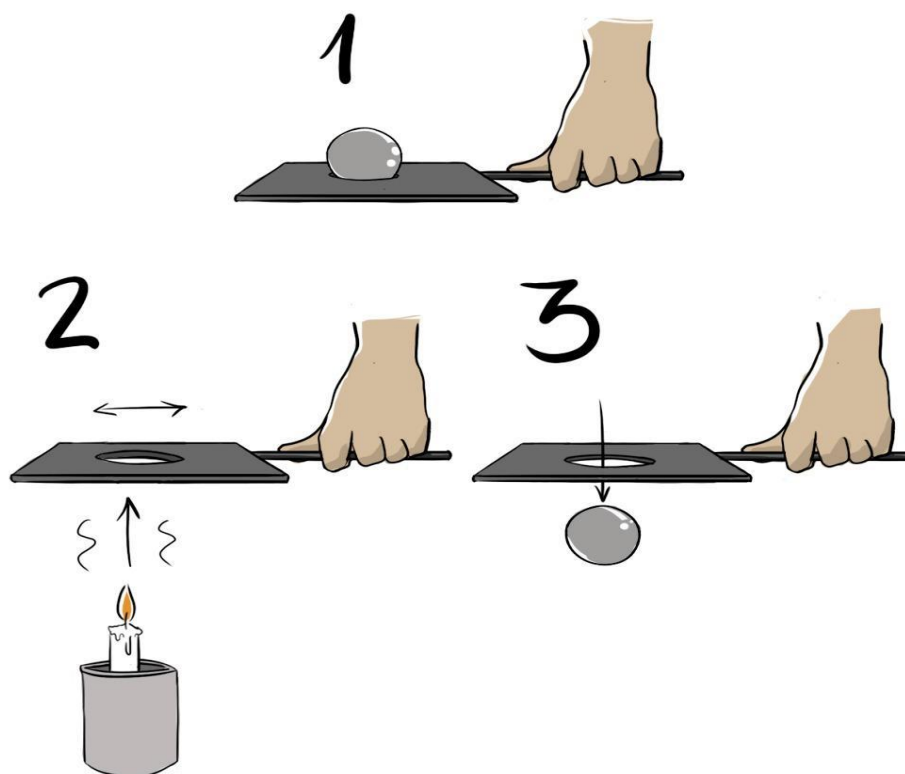
Figura 17 - Aparato experimental para demonstração da dilatação superficial



Fonte: Autoria própria, 2023

A placa foi aquecida por cerca de dois minutos e, em seguida, a esfera passou facilmente pelo orifício (Figura 18). No entanto, se esperassem alguns segundos após o aquecimento, a esfera não passava mais.

Figura 18 - Ilustração do experimento sobre dilatação superficial.



Fonte: Willian Costa, 2024

Com isso, foi observado que, os materiais se expandem quando aquecidos e se contraem quando resfriados. A aula continuou com a explicação de como esse conhecimento pode ser aplicado para desagarrar objetos, como dois copos que grudam.

Como na aula anterior, nesta aula também não foram abordados fórmulas e cálculos de dilatação. Foram apresentadas de maneira breve aos alunos, através de exemplos, as diferentes formas de dilatação: linear, superficial e volumétrica. Foi destacado durante o experimento realizado que ali estava sendo observada a dilatação superficial enfatizando que, devido à expansão da placa metálica, o orifício também aumentava de tamanho. Foram utilizados exemplos como o aro de ferro em torno da roda do carro de boi, equipamento bem conhecido pelos estudantes mais velhos devido ao período em que foi bastante utilizado no transporte de cana por pequenos produtores da região quando na mesma funcionava uma usina produtora de açúcar. O processo de construção dessa roda, apresentarei a seguir.

As rodas dos carros de bois são construídas de madeiras (na maioria das vezes angico, aroeira, jacarandá), que são mais resistentes e duráveis e são

contornadas por um aro de ferro para proporcionar ainda mais resistência e durabilidade. A fabricação e montagem dessas rodas exigem um processo engenhoso que envolve os princípios da dilatação térmica dos sólidos, mais precisamente a dilatação superficial.

Na primeira etapa da construção, os carpinteiros cortam e retalham a madeira para a construção da roda que pode ser com um núcleo central e raios ligando o núcleo a uma borda externa ou placas inteiriças.

As figuras 19 e 20, mostram modelos de rodas de carros de boi ainda em uso nos dias atuais.

Figura 19 - Rodas de carro de boi



Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br>

Figura 20 - Carro de boi em Caetité, Bahia.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Carro_de_boi

Após a roda pronta, o próximo passo é a ferragem. Esse processo consiste em esquentar um aro de ferro com um diâmetro ligeiramente menor que a roda até que este fique vermelho, por cerca de três horas. Esse aquecimento faz com que o ferro se dilate, aumentando temporariamente o tamanho.

Com o aro dilatado, ele é colocado ao redor da roda de madeira. A dilatação permite que o encaixe ocorra com facilidade.

Após ser encaixado na roda, o aro é resfriado rapidamente, momento em que ocorre a contração térmica e o aro se ajusta à roda firmemente, criando uma pressão significativa e deixando a roda firme e resistente.

Isso nos mostra que o conhecimento dos princípios de dilatação e contração térmica já eram utilizados na prática de forma muito eficaz na construção das rodas de carros de boi provavelmente, antes mesmo que estes conceitos fossem formalmente descritos pela física, pois no Brasil, os carros de bois já são construídos e utilizados desde, aproximadamente, 1549, trazidos pelo primeiro Governador do Brasil-Tomé de Souza (Wikipédia, 2024, p.1). Isso nos mostra também que, muitos dos conhecimentos populares envolvem princípios físicos que muitas vezes desconhecemos.

Finalmente, foi aplicado o Pós- teste para verificar se o conteúdo havia sido compreendido pelos estudantes. Os resultados foram satisfatórios, com uma clara evolução das respostas do primeiro para o segundo teste, indicando que os alunos haviam adquirido uma compreensão mais sólida do fenômeno da dilatação térmica.

6.5 Unidade 5: Eletrização por atrito

Em nossa última aula, foi proporcionada uma experiência enriquecedora e divertida. Embora se possa pensar que aulas lúdicas são mais apropriadas para crianças e adolescentes, acredita-se que elas também possam ser benéficas para adultos, contribuindo para a produtividade da aula.

Para Vygotsky (1979), o lúdico cria uma Zona de Desenvolvimento Proximal para o aluno, onde ele precisa da ajuda de outras pessoas para adquirir novos conhecimentos. Ele argumenta que a ludicidade é uma necessidade essencial para qualquer ser humano e não deve ser vista apenas como diversão. Afinal, trata-se de um método de ensino que facilita a aprendizagem, além de promover o desenvolvimento cultural, social e pessoal. Isso também contribui para a saúde

mental do indivíduo e facilita o processo de socialização, o que, por sua vez, facilita a construção do conhecimento e a inserção do cidadão na sociedade.

Sobre a ludicidade no ensino de jovens e adultos, Guimarães e Bueno, citando Oliveira, 2004, relatam que:

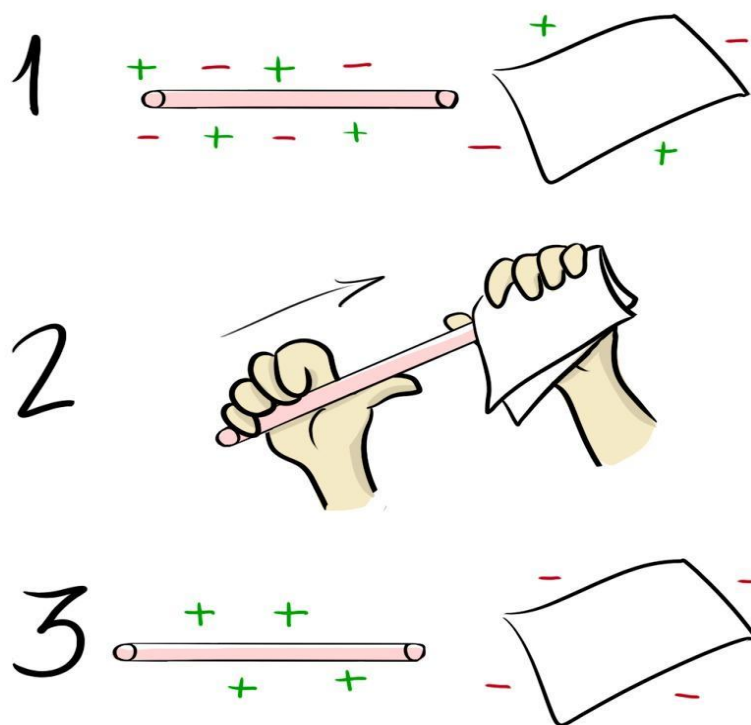
Através do lúdico, a aprendizagem acontece de modo natural, com participação ativa de todos os alunos e tornando a sala de aula um lugar prazeroso e de construção de conhecimentos. Através de atividades lúdicas, os alunos do EJA apresentam maior interesse em aprender, além de terem a oportunidade de interagir com os outros alunos e com o docente, propiciando valores e atitudes éticas por meio dos jogos e brincadeiras, pois, são atividades desenvolvidas sem obrigação de maneira consciente, de modo com que aprendam coletivamente, com igualdade e sem exclusão (Oliveira, 2004). O autor ainda ressalta que a ludicidade possui um valor nítido quando propicia o relacionamento entre os alunos e aluno-professor, que, conseqüentemente, acabam criando um círculo de companheirismo e respeito ao próximo. Os próprios alunos reconhecem o valor das atividades lúdicas, demonstrando mais interesse em participar do processo de ensino-aprendizagem, o que demonstra êxito nos alunos da EJA, no que tange os recursos pedagógicos que favorecem a educação (Guimarães e Bueno, 2021, p.5 a 16).

Nesta unidade, o foco recaiu sobre os processos de eletrização, com ênfase na eletrização por atrito, no contexto de uma aula experimental.

Considerando que esta seria a última aula da disciplina, optou-se por uma abordagem mais dinâmica e envolvente, que permitisse a participação ativa de todos os estudantes.

A aula iniciou-se com a aplicação do primeiro teste, seguido de uma demonstração prática na qual um canudinho de plástico foi atritado com um guardanapo (Figura 21) e, em seguida, colocado em contato com um quadro branco, onde permaneceu grudado. O experimento foi conduzido durante a interação, sem que houvesse uma explicação prévia do procedimento realizado. O objetivo era desafiar os estudantes a replicarem o mesmo procedimento sem receberem orientações específicas sobre o que deveriam fazer ou sobre o mecanismo que fez com que o canudo permanecesse aderido ao quadro.

Figura 21 - Demonstração do processo de eletrização por atrito



Fonte: Willian Costa, 2024

Os alunos foram então desafiados a repetir o processo com canudinhos que lhes foram distribuídos (Figura 22), e embora muitas tentativas tenham sido feitas, apenas um aluno conseguiu, ao atritar o canudinho com o cabelo.

Figura 22 - Alunos realizando experimento sobre eletrização por atrito



Fonte: Autoria própria, 2023

Em seguida, cada aluno recebeu um guardanapo de papel e foi instruído a repetir o processo, resultando em um número maior de êxitos.

Dando seguimento a aula, questionei aos estudantes se eles sabiam o porquê de os canudinhos ficarem grudados no quadro, mas nenhum deles soube explicar o procedimento ocorrido. Então, expliquei a eles que quando você atrita um canudinho de plástico com um guardanapo de papel, ocorre um fenômeno chamado eletrização por atrito. Isso significa que, durante o atrito, elétrons (que são partículas com carga negativa) são transferidos de um material para o outro. Dependendo dos materiais, o canudinho pode ganhar ou perder elétrons e ficar carregado negativa ou positivamente.

No nosso caso, mesmo que o quadro branco seja neutro (ou seja, não tenha carga elétrica líquida), quando o canudinho carregado se aproxima dele, os elétrons no quadro começam a se redistribuir. Essa redistribuição cria uma área com carga oposta à do canudinho. Por conta dessa diferença, o quadro exerce uma força de atração eletrostática sobre o canudinho, fazendo com que ele grude na superfície.

A aula prosseguiu com explicações sobre os processos de eletrização, destacando como os materiais condutores, que não é o caso do canudinho, têm a capacidade de transferir elétrons entre si. Foram detalhados os diversos métodos de eletrização, incluindo a eletrização por atrito, e demonstrou-se como o canudinho pode ficar eletrizado quando atritado com cabelo, papel ou outro material.

Foi explicado que, o termo eletrizado, se refere a um corpo que ganhou ou perdeu elétrons e que, corpos que possuem a mesma quantidade de prótons e elétrons são considerados corpos neutros, que não possuem carga elétrica. Certos materiais, conhecidos como bons condutores, apresentam maior facilidade na movimentação de elétrons. Em contrapartida, outros materiais possuem maior resistência à movimentação de elétrons e são denominados isolantes.

Para ilustrar como alguns materiais têm maior facilidade de ganhar ou perder elétrons, foi apresentada a "Série Tribo elétrica".

A série tribo elétrica é uma lista de materiais ordenados de acordo com sua tendência a ganhar ou perder elétrons. Quando dois materiais da série são atritados entre si, o material mais alto na série tende a perder elétrons e se tornar eletrizado

positivamente, enquanto o material mais baixo tende a ganhar elétrons e se tornar eletrizado negativamente.

Quadro 7 - Série tribo elétrica

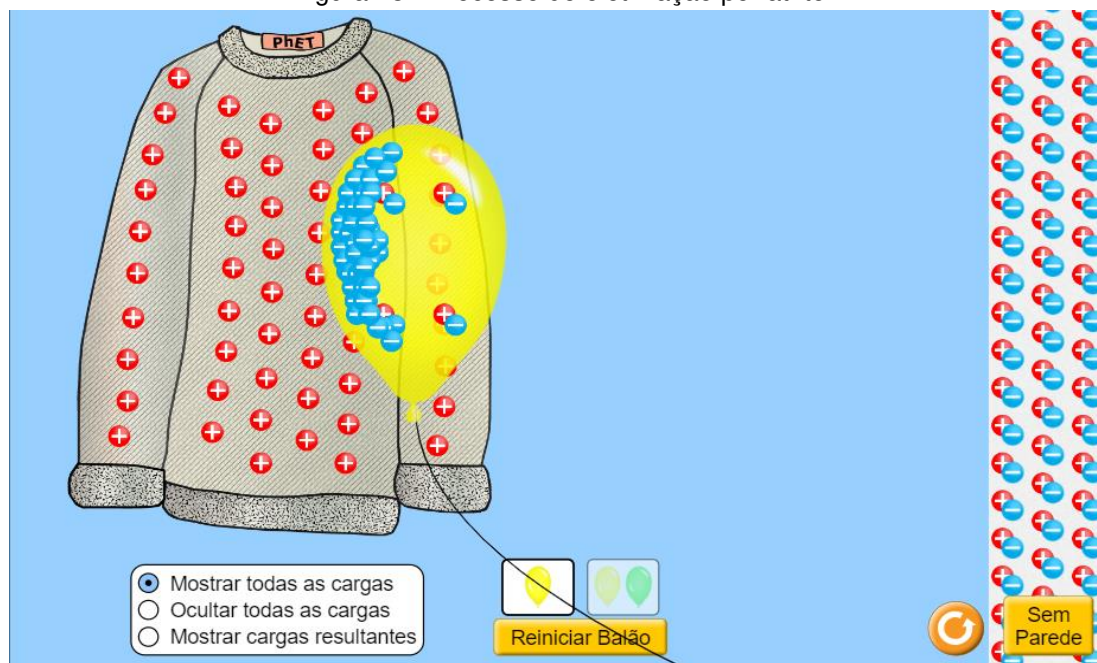
+	Material	Tendência a ganhar/perder elétrons	
	Vidro	Perde elétrons (eletrizado positivamente)	
	Mica		
	Nylon		
	Lã		
	Pele de coelho		
	Pele		
	Algodão		
	Aço		
	Âmbar		
	Papel		
	Madeira		
	Borracha de silicone		
	Polietileno		
	PVC (Policloreto de Vinila)		
	Poliéster		
	-	Teflon	Ganha elétrons (eletrizado negativamente)

Fonte: Autoria própria, 2023

A discussão prosseguiu com a relevância da eletrização no cotidiano e como as transferências de elétrons são essenciais para a condução de energia elétrica até as residências.

Para reforçar os conceitos, utilizei o simulador PHET (Figura 23), para demonstrar como objetos, como balões e blusas de lã, ficam eletrizados após o atrito. A demonstração foi feita no meu computador e projetada para a turma no quadro branco. Também foi mostrado que objetos eletrizados podem ser atraídos ou repelidos por outros objetos eletrizados ou mesmo por materiais neutros.

Figura 23 - Processo de eletrização por atrito

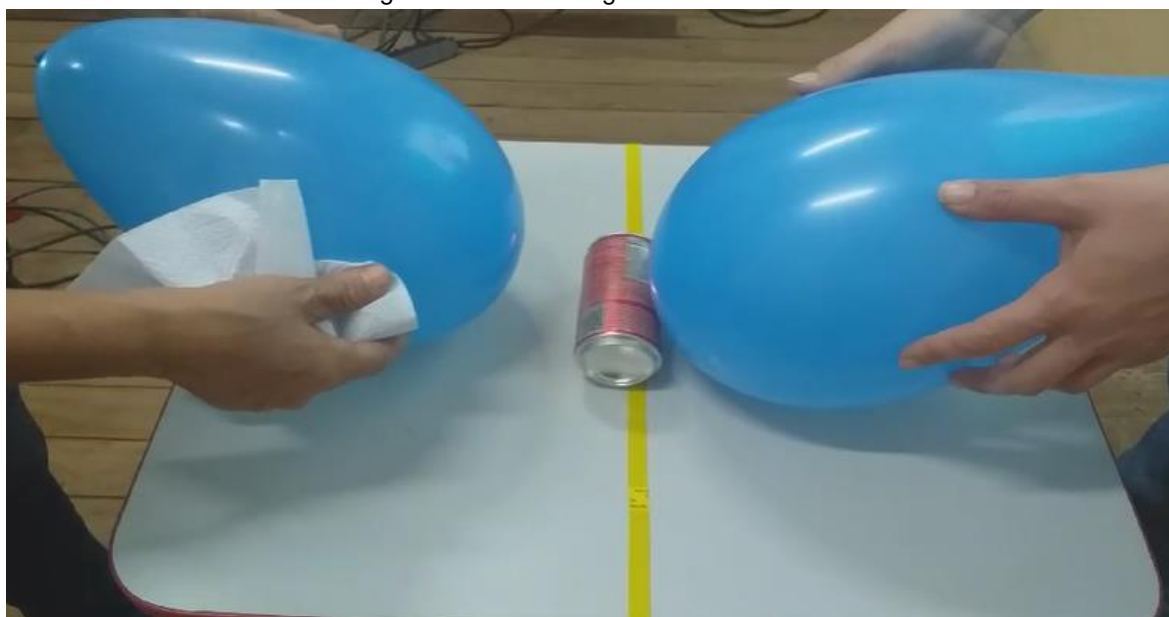


Fonte: Simulador virtual Phet

https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_all.html?locale=pt_BR

Para encerrar a aula de forma lúdica, foi proposta uma atividade de "cabo de guerra eletrostático" (Figura 24). Cada aluno recebeu um balão, que foi inflado e atritado com diferentes materiais, como cabelo, pele ou guardanapo, e o desafio era atrair uma lata de refrigerante. O aluno que conseguisse puxar a lata para si seria o vencedor.

Figura 24 - Cabo de guerra eletrostático



Fonte: Autoria própria, 2023

Essa atividade interativa e descontraída foi muito apreciada por todos os alunos, promovendo uma interação positiva e envolvendo todos na aula.

Após a atividade, foi aplicado o segundo teste para avaliar o aprendizado dos alunos. Os resultados foram satisfatórios, evidenciando uma clara evolução das respostas do primeiro para o segundo teste, demonstrando que os alunos adquiriram uma compreensão mais sólida dos conceitos de eletrização.

6.6 Indicações circunstanciais

Durante a aplicação do produto educacional, foi observado, por meio da análise das gravações e transcrições dos vídeos das aulas, o uso de indicações circunstanciais. Estes sinais emergiram espontaneamente em diversos momentos, apresentando-se como elementos facilitadores na comunicação pedagógica. As identificações dessas ocorrências proporcionaram ideias valiosas sobre como esses sinais surgem automaticamente durante o processo de ensino, destacando a importância de compreender e aproveitar essas dinâmicas para otimizar a transmissão do conhecimento.

A informação proporcionada pela circunstância tem a finalidade de destacar de maneira distinta as mensagens possíveis do sinal, levando o receptor a interpretar que a mensagem transmitida pelo emissor é aquela que as condições do contexto tornam mais provável (PRIETO, 1973).

No contexto educacional, a comunicação entre professor e aluno vai além do simples uso de palavras. Elementos como gestos, expressões faciais, entonação e até o ambiente em que a mensagem é transmitida desempenham um papel essencial na construção do significado. Prieto (1973), enfatiza a importância das indicações circunstanciais na interpretação da mensagem.

Segundo Prieto, as indicações fornecidas pelo contexto ajudam a restringir e direcionar o sentido da mensagem entre todas as possibilidades admitidas por um sinal. Em sala de aula, isso significa que o professor não apenas transmite informações verbais, mas também se apoia em elementos contextuais para garantir que o aluno compreenda a mensagem da maneira mais adequada.

O uso consciente das indicações circunstanciais melhora a clareza da comunicação, reduz ambiguidades e facilita o aprendizado, especialmente para

alunos que enfrentam dificuldades na interpretação textual ou oral. Além disso, essas indicações auxiliam na construção de um ambiente de aprendizado mais dinâmico e interativo, tornando o ensino mais acessível e engajador.

As indicações circunstanciais podem ser apresentadas de várias formas durante o processo de ensino e aprendizagem (Laburú et al., 2016). A seguir é apresentada algumas das que foram observadas durante a aplicação do produto educacional.

6.6.1 Analogias e Metáforas: Criar analogias e metáforas que relacionem o conteúdo com algo familiar aos alunos, facilitando a compreensão conceitual.

A imagem apresentada na figura 25, trata-se do momento em que esse modelo de indicação foi utilizado.

“Vamos supor, aqui tem um Eduardo. Vamos supor que tenhamos três Eduardo, que todos vocês chamem Eduardo. Se entra alguém aqui e fala: - Eduardo! Quem que ele está chamando? Então, se eu falar: - Eduardo José. Ele sabe que é ele. Eduardo Francisco é ele. Então, olha só, o sobrenome fez com que a gente conseguisse identificar quem é a pessoa. No caso da grandeza física, a unidade de medida caracteriza que grandeza que é aquela.”

Figura 25 - Momento da aula em que a professora faz uso de analogias e metáforas para explicação do conteúdo



Fonte: Autoria própria, 2023

6.6.2 Contexto da Situação: O professor pode contextualizar a mensagem dentro de situações reais ou exemplos práticos, permitindo que os alunos relacionem o conteúdo com experiências do dia a dia.

A imagem seguinte (Figura 26) trata-se de um momento da aula onde a professora usa essa contextualização para direcionar a compreensão dos estudantes

“A gente precisa entender direitinho o movimento. Para a gente falar se o corpo está ou não em movimento a gente precisa pegar um ponto de referência, porque para a gente falar, né: A senhora está em movimento, a gente tem que falar em relação a quem.”

Figura 26 - Momento da aula em que a professora faz uso da contextualização para explicação do conteúdo



Fonte: Autoria própria, 2023

6.6.3 Exemplos Comparativos: Utilizar comparações e contrastes para destacar aspectos importantes do conteúdo e estimular a compreensão.

A Figura 27 mostra um momento em que a professora usa a si própria para demonstrar aos estudantes os conceitos de movimento e repouso.

“Então, o corpo só tem energia cinética se ele estiver em movimento. Um corpo parado, velocidade zero, eu aqui agora paradinha, não tenho energia cinética. Agora a medida que a gente vai se movimentando...”

Figura 27 - Momento da aula em que a professora faz uso de exemplos comparativos na explicação da energia cinética



Fonte: Autoria própria, 2023

6.6.4 Perguntas Orientadoras: Fazer perguntas abertas que direcionam os alunos a refletir sobre o assunto e a chegar às respostas por meio do raciocínio próprio.

Na imagem da Figura 28, durante a aula experimental, a professora fez questionamentos que levaram os alunos a refletirem sobre o assunto que estava sendo abordado.

“Essa questão de dilatação, será que na casa da gente isso acontece também?”

”

Figura 28 - Momento da aula em que a professora faz perguntas para direcionar o raciocínio dos estudantes sobre dilatação

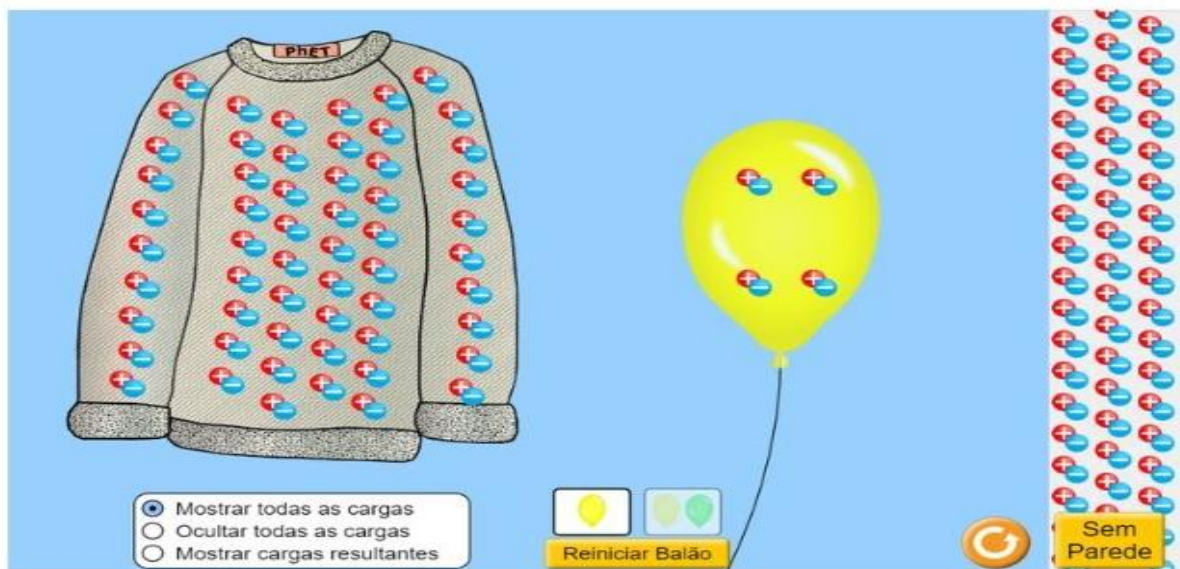


Fonte: Autoria própria, 2023

6.6.5 Estímulos Visuais: Utilizar recursos visuais, como gráficos, imagens ou vídeos, que reforcem a mensagem de forma não verbal.

Abaixo temos a imagem do simulador Phet (Figura 29) que foi utilizado durante a aula para que os alunos pudessem visualizar o processo de eletrização de um corpo e conseguissem compreender melhor o processo.

Figura 29 - Processo de eletrização por atrito



Fonte: Simulador Phet

https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_all.html?locale=pt_BR

6.7 A afetividade no processo de ensino e na educação de jovens e adultos

No contexto analisado, ao revisar as gravações realizadas durante a aplicação do produto educacional, foi observado que a professora adotou uma abordagem afetuosa e carinhosa no relacionamento com os estudantes, o que pode ter contribuído de maneira positiva para o desenvolvimento educacional deles. Foi notável que, em várias ocasiões, a professora utilizou termos diminutivos ao se dirigir aos estudantes, demonstrando uma forma afetiva de comunicação.

De acordo com o dicionário da língua portuguesa (DICIO, 2024), dentre outros significados, diminutivo é o grau do substantivo que diminui ou atenua suas proporções normais, geralmente o diminutivo tem conotação afetiva.

De modo geral, o sufixo diminutivo apresenta uma ampla flexibilidade na língua portuguesa, sendo capaz de expressar diferentes ideias, que vão desde indicações de tamanho e afeto até sentimentos de desprezo.

Durante a análise das gravações das aulas, notou-se que a utilização de termos diminutivos foi empregada com o propósito evidente de apresentar o conteúdo de forma simplificada, acessível e elaborada com sensibilidade para os estudantes.

Conforme Leite (2011), a dimensão afetiva na interação entre professor e aluno influencia positivamente no desenvolvimento do estudante, promovendo entusiasmo para avançar nos estudos. Por outro lado, a ausência dessa afetividade pode ter o efeito oposto, tornando-se um fator agravante para a evasão escolar.

A produção do conhecimento é um processo que ocorre a partir da relação que se estabelece entre o sujeito e o objeto. Nessa relação, o sujeito tem uma participação essencialmente ativa, ou seja, as relações com os diversos objetos possibilitam ao sujeito a elaboração de ideias, hipóteses, relações, análises, sínteses, etc. (Leite, 2011, p.28)

Os estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA) apresentam uma vasta bagagem de conhecimento prévio, que frequentemente inclui conceitos equivocados e necessita de orientação adequada para a correção e atualização desses conhecimentos. Além disso, esses estudantes trazem consigo experiências diversas, muitas vezes marcadas por frustrações relacionadas ao processo educacional. Essas frustrações podem resultar da impossibilidade de frequentar a escola na idade apropriada ou de dificuldades de aprendizagem enfrentadas ao longo de suas vidas. Essas experiências influenciam profundamente seu engajamento e percepção em relação ao ambiente educativo. O professor possui a capacidade de atuar como facilitador nesse processo de adaptação.

Segundo Tassoni e Leite (2013), as ações do professor, que constituem sua prática pedagógica, impactam a aprendizagem dos alunos e a relação que eles estabelecem com o conhecimento. Os alunos interpretam as ações e reações dos professores, atribuindo um significado afetivo à própria aprendizagem, ao conhecimento compartilhado e à sua imagem como pessoa e estudante.

Durante as aulas ministradas neste projeto, todos os alunos que iniciaram, concluíram. Embora o projeto não tenha sido extenso, com duração aproximada de dois meses e um encontro por semana, a permanência dos alunos e o envolvimento demonstrado durante as aulas indicaram uma troca significativa de experiências.

Ainda de acordo com Tassoni e Leite (2013), essa boa interação entre professores e alunos, traz bons resultados e a motivação dos professores e dos alunos se desenvolve em uma relação de complementaridade. Para os professores,

os fatores motivadores incluem o desejo de ensinar de maneira eficaz para garantir a aprendizagem, a necessidade de ser compreendido pelos alunos e o interesse em proporcionar-lhes experiências de sucesso. De forma articulada, os aspectos motivadores para os alunos incluem o desejo genuíno de aprender, a necessidade de compreender o professor e o interesse em vivenciar experiências bem-sucedidas.

A experiência das aulas confirma as proposições dos autores citados. A relação afetiva, baseada no respeito mútuo e em objetivos que beneficiam ambas as partes, contribui para uma aprendizagem significativa e coerente para o estudante.

Vygotsky (1998) em sua teoria interacionista aborda as relações entre as interações sociais e o desenvolvimento cognitivo do indivíduo, sendo essas interações características das investigações teóricas e práticas realizadas por esse pensador interacionista.

Segundo Vygotsky (1998), o ser humano se constitui como um ser social e necessita do contato com outros para se desenvolver. Assim, ele sustenta a ideia de que o conhecimento é adquirido por meio da interação do indivíduo com o ambiente, sempre levando em conta a individualidade de cada pessoa, que é influenciada por seu contexto social e cultural. Essa perspectiva é o que fundamenta seu pensamento conhecido como sociointeracionismo.

Vygotsky acreditava que a interação entre professores e alunos é crucial para o desenvolvimento cognitivo. Os professores desempenham um papel vital ao fornecer suporte e mediação, permitindo que os alunos avancem além de suas capacidades individuais por meio da colaboração e do uso de ferramentas culturais.

Baseando-se na Teoria sociointeracionista de Vygotsky, Espíndola e Moreira relatam que:

Os significados socialmente aceitos são internalizados pelos alunos jovens e adultos, quando retornam ao espaço escolar, através de suas experiências de vida e trabalho, mas é o professor, que tem a função de mediador no processo, quem procurará ajudar a relacionar e modificar significados já existentes na estrutura cognitiva desses alunos; a significação dos instrumentos e signos ocorre na interação professor-aluno, na interação aluno-aluno e na interação novo conhecimento-conhecimento prévio. A interação social é fundamental para a internalização de instrumentos e signos (Espíndola e Moreira, 2006, p.23).

6.8 Resultados dos testes

Os gráficos a seguir ilustram os resultados obtidos nos pré-testes e pós-testes durante a aplicação do produto educacional. As colunas em azul representam o pré-teste e a proporção de alunos que alcançaram pontuações entre 0% e 30%, entre 31% e 60%, e entre 61% e 100%. Da mesma forma, as colunas em vermelho mostram os resultados obtidos nos pós teste.

Os testes aplicados aos estudantes, pré-teste e pós-teste, foram elaborados de forma distinta entre si. O pré-teste foi utilizado para avaliar o conhecimento prévio dos alunos antes do início das atividades, permitindo identificar suas dificuldades e orientar o planejamento pedagógico. Já o pós-teste, aplicado ao final da unidade, teve como objetivo verificar o progresso dos estudantes e a assimilação dos conteúdos abordados.

Ambos os testes foram desenvolvidos como instrumentos de avaliação, sendo o pós-teste determinante para a aprovação dos alunos nas unidades. Dessa forma, foi possível analisar o impacto das estratégias de ensino adotadas e garantir que os estudantes atingissem os objetivos de aprendizagem estabelecidos.

Os gráficos foram construídos analisando o número de estudantes que apresentaram respostas condizente com o considerado correto para cada questão.

A seguir, serão apresentados os gráficos com os resultados dos testes aplicados, permitindo uma análise visual do desempenho dos participantes. Além disso, os próprios testes estarão disponíveis para consulta, a relação de acertos dos participantes, juntamente com algumas respostas das questões abertas que demonstraram coerência com o conteúdo abordado durante as aulas.

6.8.1 Unidade 1

O gráfico 4, apresentado a seguir, demonstra um progresso significativo quando comparados os resultados do pré-teste e do pós-teste. No primeiro teste, três estudantes apresentaram respostas insatisfatórias; entretanto, essa situação mudou no segundo teste, onde a maioria dos estudantes obteve sucesso nas respostas, indicando uma evolução positiva no aprendizado.

- a) Você conhece algum (ns) desses instrumentos? Qual (is)? (13 acertos)
- b) Quais grandezas poderiam ser medidas com os instrumentos que você conhece? (7 acertos)
- c) Quais as unidades de medida usadas para as grandezas que você anotou no item anterior?(1 acerto)

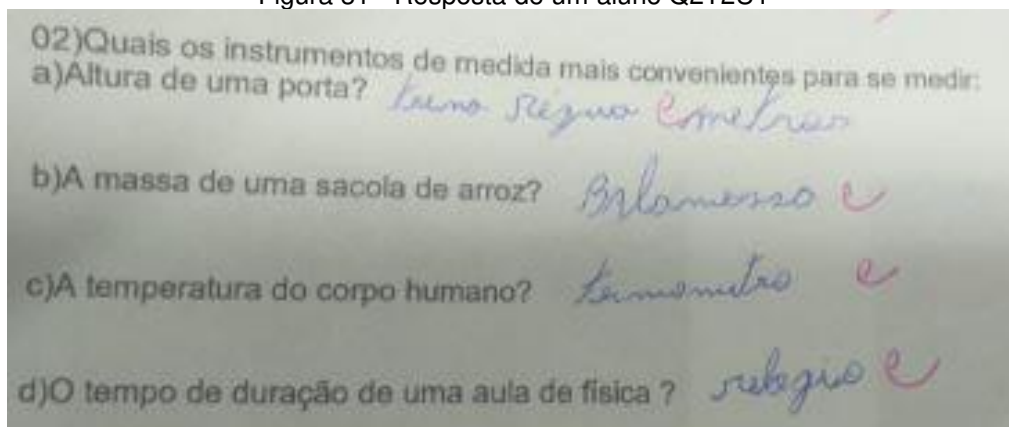
Pós – teste – unidade 1 (T2U1):

01) Como garantir que peças de carros, aviões, máquinas, etc. sejam produzidas em locais ou em países diferentes e encaixem perfeitamente nos seus respectivos locais? (7 acertos)

02) Quais os instrumentos de medida mais convenientes para se medir:

- a) Altura de uma porta? (13 acertos)
- b) A massa de uma sacola de arroz? (12 acertos)
- c) A temperatura do corpo humano? (13 acertos)
- d) O tempo de duração de uma aula de física? (10 acertos)

Figura 31 - Resposta de um aluno Q2T2U1



Fonte: Autoria própria, 2025

03) Nos itens do exercício anterior, quais as unidades de medida no Sistema Internacional de Unidades (SI)? (Nenhum acerto total)

04) A imagem abaixo apresenta um copo medidor de capacidade 300mL e que contém uma certa quantidade de um líquido.

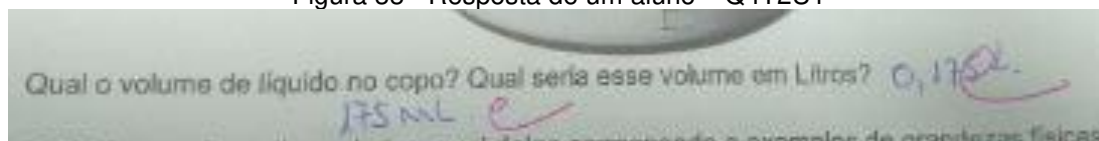
Figura 32 - Copo de medida



Fonte: <https://www.amazon.com.br>

Qual o volume de líquido no copo? Qual seria esse volume em Litros? (7 acertos)

Figura 33 - Resposta de um aluno – Q4T2U1



Fonte: Autoria própria, 2025

05) Entre as alternativas abaixo, qual delas corresponde a exemplos de grandezas físicas:

- a) Amizade, velocidade e massa.
- b) Velocidade, amor e aceleração.
- c) Massa, velocidade e volume.
- d) Felicidade, massa e tempo.

(13 acertos)

06) Observe a imagem abaixo:

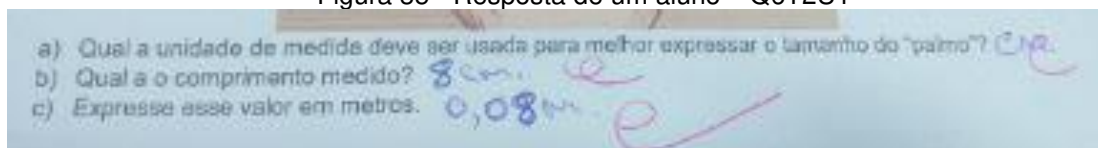
Figura 34 - Medida do palmo



Fonte: pt.wikihow.com

- a) Qual a unidade de medida deve ser usada para melhor expressar o tamanho do “palmo”?(11 acertos)
- b) Qual a o comprimento medido?(3 acertos)
- c) Expresse esse valor em metros.(1 acerto)

Figura 35 - Resposta de um aluno – Q6T2U1

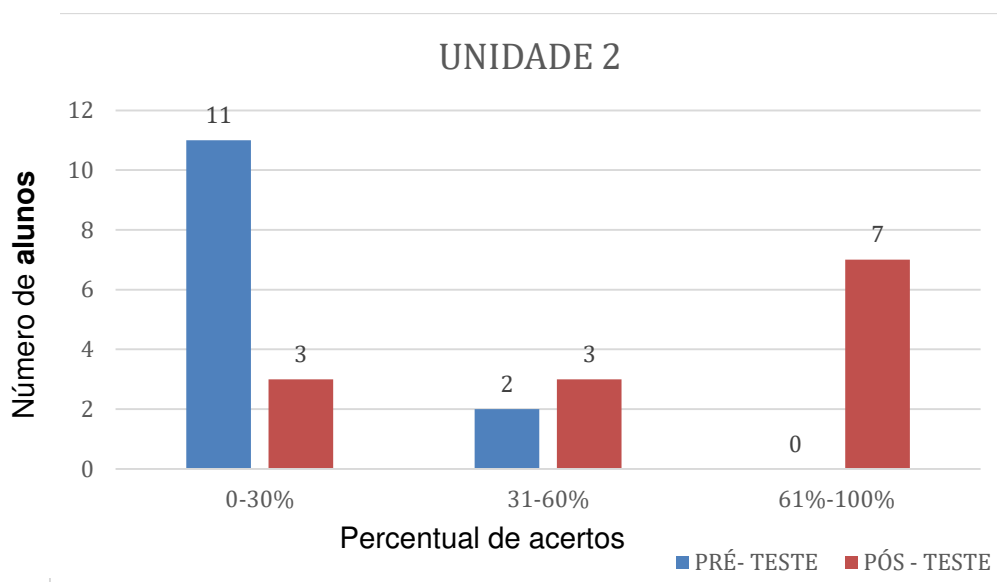


Fonte: Autoria própria, 2025

6.8.2 Unidade 2

Nesta unidade, os dados obtidos evidenciam uma evolução significativa no desempenho dos alunos. Inicialmente, a maioria dos estudantes apresentou dificuldades em responder às questões propostas. No entanto, ao longo do processo, foi possível observar um avanço notável, com grande parte dos alunos demonstrando maior compreensão do conteúdo, embora alguns ainda tenham muitas dificuldades. Essa evolução no desempenho foi constatada através de minha análise ao acompanhar de perto o desenvolvimento dos estudantes ao longo das atividades. Quando comparados os resultados dos dois testes aplicados, pude perceber com mais clareza a evolução dos estudantes. No primeiro teste, 11 dos 13 estudantes apresentaram respostas insatisfatórias às questões propostas. No entanto, esse cenário mudou no segundo teste, onde, apesar de três alunos ainda terem apresentado respostas abaixo do esperado, a maioria dos estudantes demonstrou um progresso notável.

Gráfico 5 - Resultados do Pré e Pós teste/ Unidade 2.



Fonte: Autoria própria, 2023

Pré-teste – unidade 2 (T1U2):

01) O que é o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)? (Nenhum acerto total)

02) Das imagens abaixo qual representa o movimento retilíneo? (12 acertos)

a)

Figura 36 - Carro em movimento em uma pista reta



b)

Figura 37 - Carro em movimento em uma pista curva



Fonte: <https://rabiscodahistoria.com/movimento-retilineo-uniforme/>

03) A seguir temos um quadro onde são apresentados alguns dados sobre o movimento de um corpo. Podemos dizer que esse é um Movimento Retilíneo Uniforme? Porquê? (4 acertos)

Quadro 7 - Dados relativos ao movimento de um corpo.

Tempo	Posição	Velocidade
0 s	0 m	0 m/s
1 s	10 m	10 m/s
2 s	20 m	10 m/s
3 s	30 m	10 m/s
4 s	40 m	10 m/s

Fonte: <https://rabiscodahistoria.com/movimento-retilneo-uniforme/>

04) Como é feito o cálculo da velocidade média de um corpo em movimento? (1 acerto)

05) Utilizando os dados da tabela da questão 3, faça os gráficos da posição em função do tempo e da velocidade em função do tempo. (Nenhum acerto total)

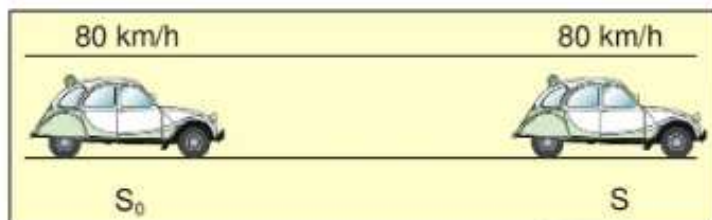
Pós- teste unidade 2 (T2U2):

01) Sobre o movimento uniforme, analise as afirmações abaixo e coloque V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas:

- a) () a aceleração escalar é igual a zero; (1 acerto)
- b) () a velocidade escalar é constante e diferente de zero; (12 acertos)
- c) () quando o movimento é uniforme o gráfico velocidade-tempo é uma reta paralela ao eixo dos tempos. (13 acertos)

02) Observe a imagem abaixo:

Figura 38 - Veículo em movimento



Fonte: <https://pt.slideshare.net/razonetecontabil/exercicios-resolvidos-movimento-retilneo-uniforme>

O veículo está em movimento uniforme? Justifique. (11 acertos)

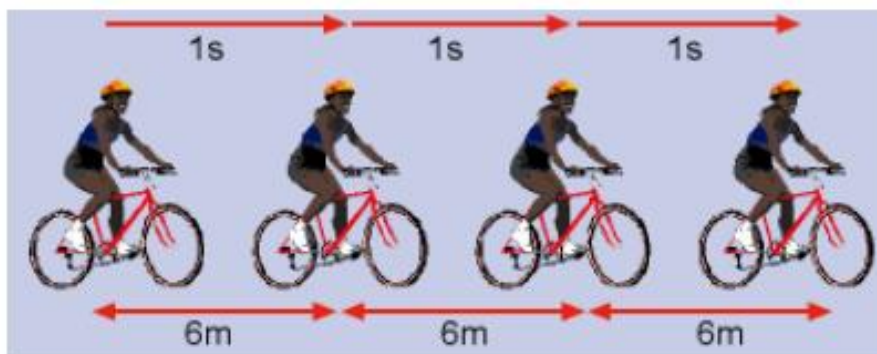
Figura 39 - Resposta de um aluno – Q2T2U2

Veículo está em movimento uniforme? Justifique. Sim pois está em linha reta e mantendo a mesma velocidade.

Fonte: Autoria própria, 2025

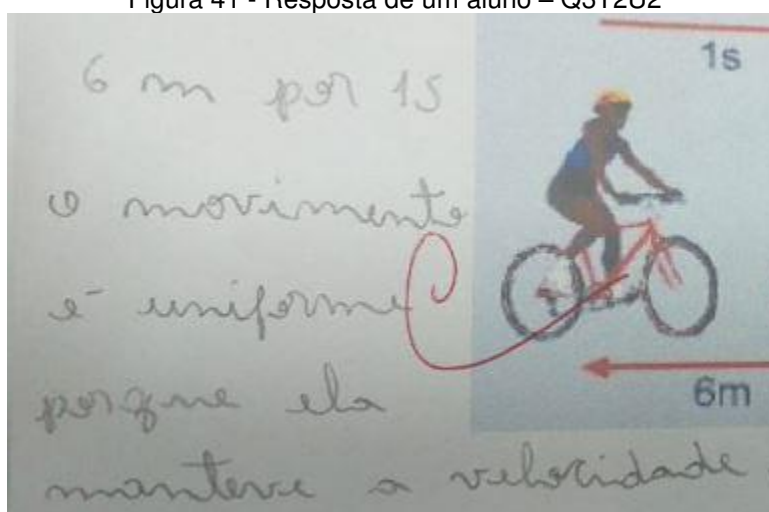
03) Observe a imagem abaixo. Qual a velocidade com que a ciclista se movimenta? O movimento é uniforme? (10 acertos)

Figura 40 - Ciclista em movimento



Fonte: <https://kipdf.com/movimento-uniforme-e-velocidade-media-apostila-3-capitulo-12-e-13-de-fisica>

Figura 41 - Resposta de um aluno – Q3T2U2



Fonte: Autoria própria, 2025

04) O quadro abaixo apresenta as posições de um móvel em movimento uniforme no decorrer do tempo.

Quadro 8 - Dados relativos ao movimento de um móvel.

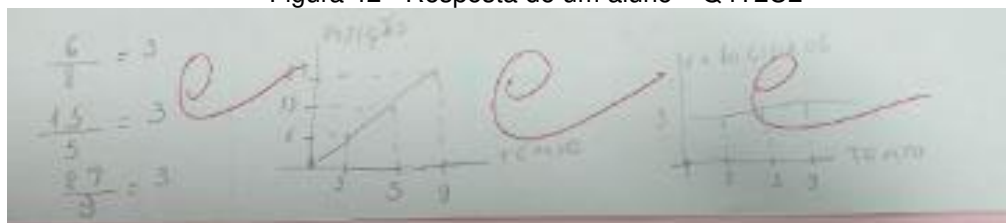
t (s)	s (m)
0	0
2	6
5	15
9	27

Fonte: <https://www.passeidireto.com/arquivo/101599720/lista-de-exercicio-mru>

Determine:

- A velocidade do móvel; (6 acertos)
- Construa o gráfico Posição X tempo;(5acertos)
- Construa o gráfico Velocidade X tempo.(4 acertos)

Figura 42 - Resposta de um aluno – Q4T2U2

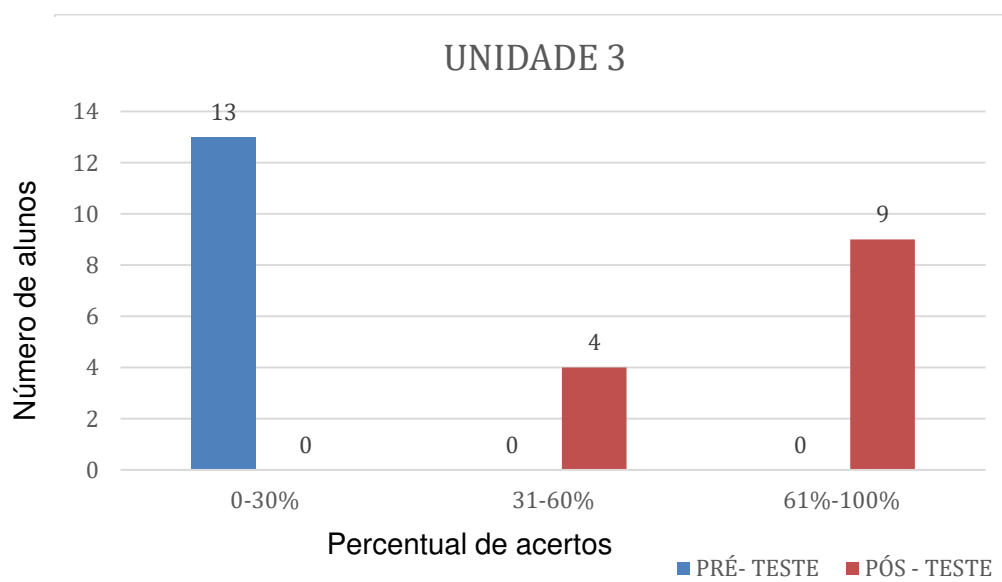


Fonte: Autoria própria, 2025

6.8.3 Unidade 3

Na terceira unidade, os alunos demonstraram um conhecimento limitado sobre o assunto em estudo. No primeiro teste, todos os estudantes obtiveram resultados insatisfatórios, com menos de 30% das respostas dentro do esperado. No entanto, houve um progresso significativo; no segundo teste, todos os alunos apresentaram melhores resultados, com a maioria atingindo mais de 60% de acertos e nenhum estudante ficando abaixo dos 30%.

Gráfico 6 - Resultado do Pré e Pós teste/ Unidade 3.



Fonte: Autoria própria, 2023

Pré- teste – unidade 3 (T1U3):

01) O que é energia e para que ela é necessária? (1 acerto)

02) Você sabe como é produzida a energia elétrica que chega até a sua casa? Se sim, explique. (7 acertos)

03) Abaixo temos a imagem de uma usina hidrelétrica, quais as formas de energia podem ser identificadas na imagem? (1 acerto)

Figura 43 - Usina hidrelétrica de Itaipu, maior usina hidrelétrica das Américas



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/usina-hidreletrica/>

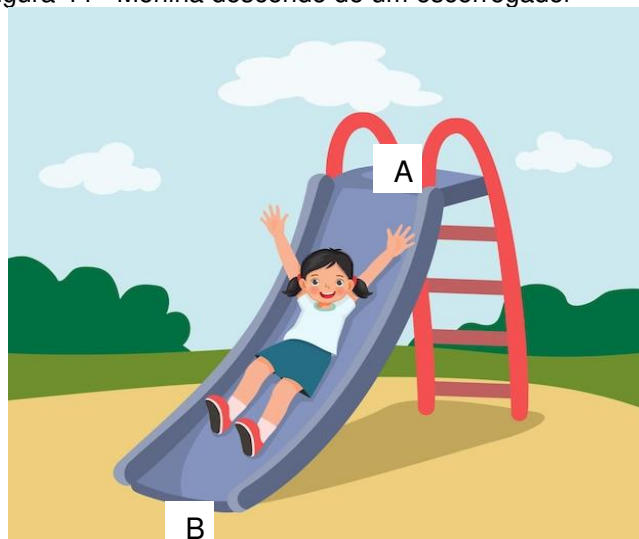
04) O que significa dizer que energia se conserva? Isso é mesmo possível? (1 acerto)

05) A energia potencial gravitacional é uma forma de energia relacionada a posição do corpo em relação a um ponto de referencia. O que isso quer dizer? (Nenhum acerto)

Pós- teste- unidade 3 (T2U3):

01) Observe a imagem abaixo. Em relação ao solo, em qual ponto a energia potencial gravitacional é máxima? E em qual ponto é mínima? (11 acertos)

Figura 44 - Menina descendo de um escorregador

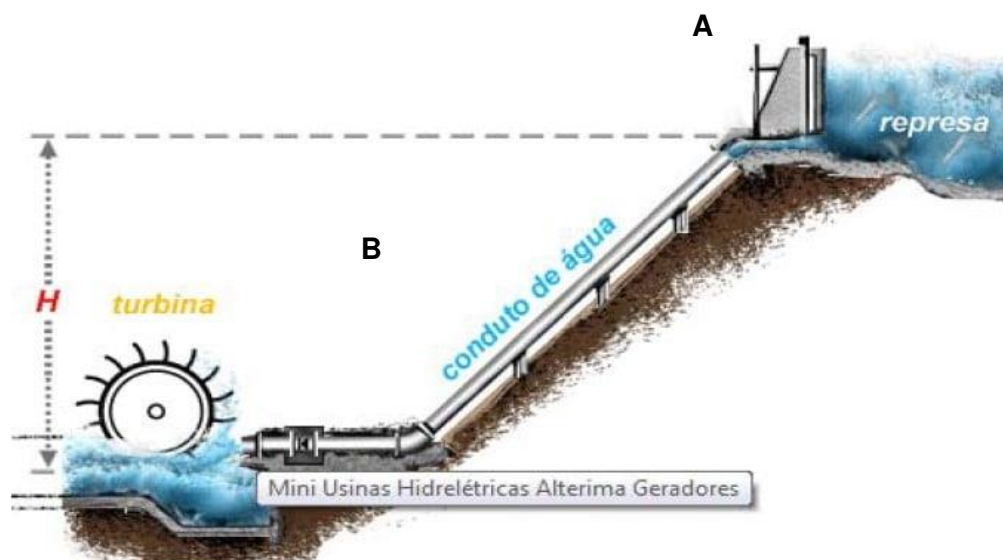


Fonte: Adaptada de <https://br.freepik.com>

02) A imagem abaixo mostra, em corte, parte da produção de energia elétrica em uma usina hidrelétrica.

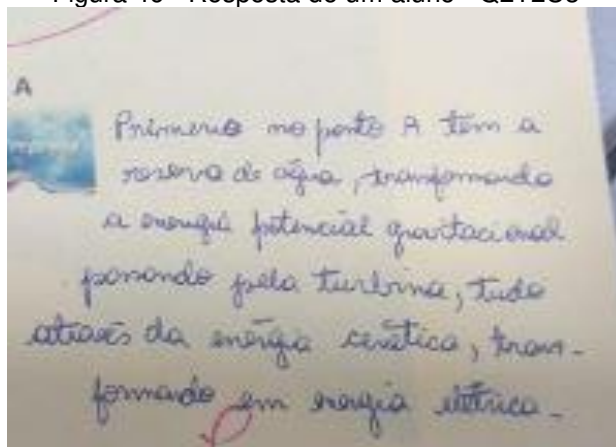
- Explique quais as formas de energia são observadas nos pontos A e B. (9 acertos)
- Como ocorre a transformação de energia entre os pontos A e B. (8 acertos)

Figura 45 - Em corte, parte da produção de energia elétrica em uma usina hidrelétrica



Fonte: <https://cursoenemgratuito.com.br/simulado-de-potencia>

Figura 46 - Resposta de um aluno - Q2T2U3



Fonte: Autoria própria, 2025

03) A energia existe em grande quantidade no universo, não aumentando nem diminuindo, mas passando por inúmeras transformações. Relacione corretamente as colunas, indicando a transformação de energia que está ocorrendo em cada exemplo. (9 acertos)

(1) O movimento das rodas de uma bicicleta acionando uma lâmpada.

(2) Plantas utilizando a energia luminosa do Sol para realizar a fotossíntese.

(3) A movimentação de uma locomotiva pela queima de lenha (madeira).

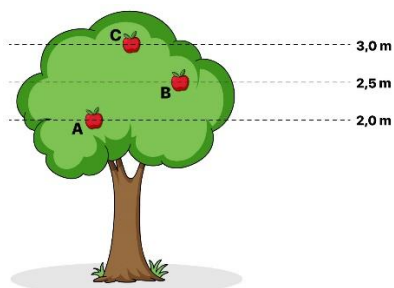
() Transformação de energia luminosa em energia química.

() Transformação de energia térmica em energia mecânica.

() Transformação de energia mecânica em energia elétrica.

04)

Figura 47 - Ilustração de maçãs em uma macieira

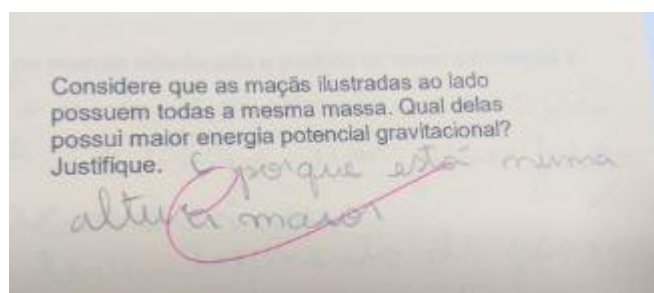


Considere que as maçãs ilustradas ao lado possuem todas a mesma massa. Qual delas possui maior energia potencial gravitacional? Justifique.

(12 acertos)

Fonte: <https://blog.professorferretto.com.br>

Figura 48 - Resposta de um aluno – Q4T2U3



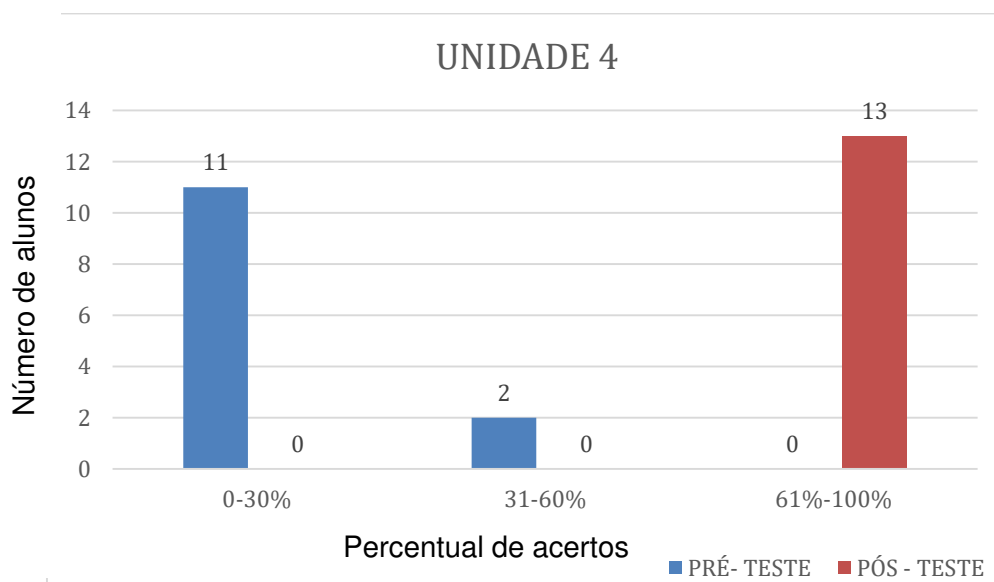
Fonte: Autoria própria, 2025

6.8.4 Unidade 4

A quarta unidade foi aquela que mais claramente demonstrou a evolução dos estudantes. No primeiro teste, a maioria não atingiu o desempenho esperado, com apenas dois alunos obtendo entre 31% e 60% de acertos. No entanto, no teste subsequente, os resultados foram significativamente melhores: todos os 13 alunos apresentaram desempenho dentro do esperado, com acertos variando entre 61% e 100%.

Esse bom resultado pode estar relacionado ao fato de o tema abordado ter uma conexão mais direta com a vida cotidiana dos alunos, tornando o aprendizado mais significativo e envolvente. Além disso, a abordagem utilizada, aliada à participação ativa dos estudantes, pode ter contribuído para uma melhor assimilação dos conceitos trabalhados.

Gráfico 7 - Resultado do Pré e Pós teste/ Unidade 4.



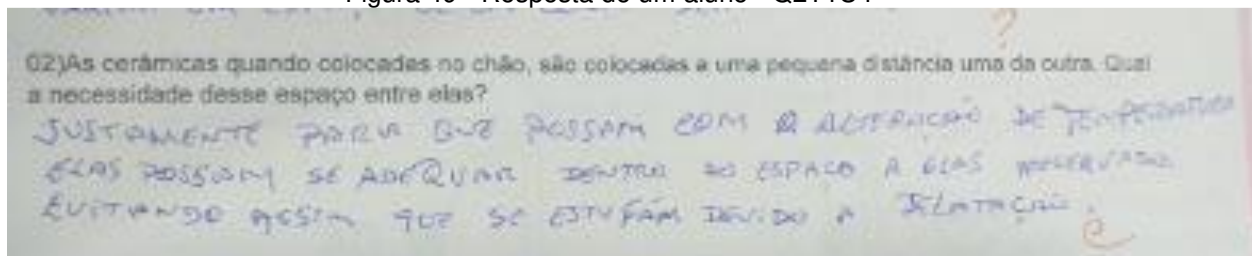
Fonte: Autoria própria, 2023

Pré- teste – unidade 4 (T1U4):

01) O que quer dizer dilatar? (2 acertos)

02) As cerâmicas quando colocadas no chão, são colocadas a uma pequena distância uma da outra. Qual a necessidade desse espaço entre elas? (4 acertos)

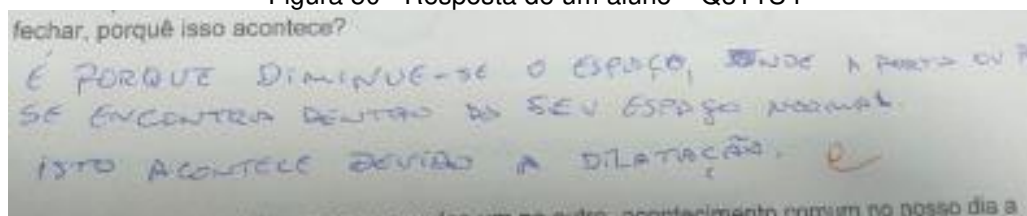
Figura 49 - Resposta de um aluno - Q2T1U4



Fonte: Autoria própria, 2025

03) Em dias muito quentes é comum que portas e portões de metal fiquem “agarrando”, durante o processo de abrir e fechar, porquê isso acontece? (4 acertos)

Figura 50 - Resposta de um aluno – Q3T1U4



Fonte: Autoria própria, 2025

04) Na imagem abaixo temos dois copos agarrados um no outro, acontecimento comum no nosso dia a dia. Indique uma maneira de separar os copos sem que eles se quebrem. (3 acertos)

Figura 51 - Copos “agarrados”



Fonte: <https://pt.wikihow.com/Separar-Copos-Entalados>

Pós –teste – unidade 4 (T2U4):

01) Observe a imagem abaixo:

Figura 52 - Demonstração de um processo de dilatação

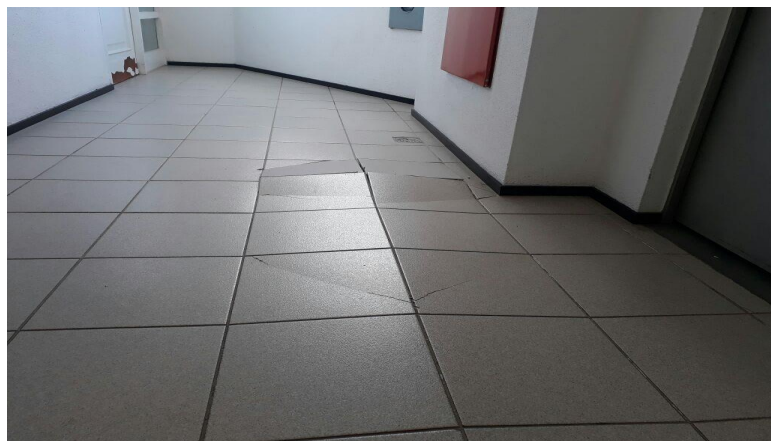
Fonte: <http://bamboochafisica.blogspot.com/>

Qual o procedimento usado para soltar a porca do parafuso?

(10 acertos)

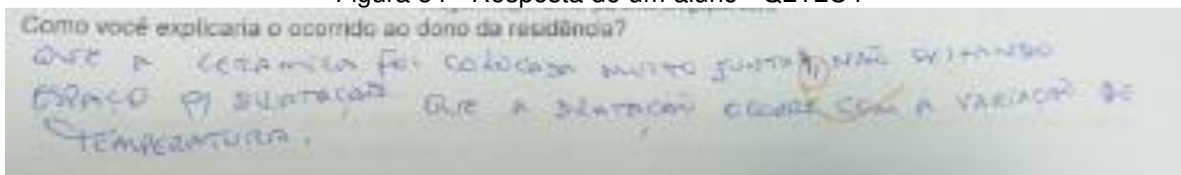
02) Depois de certo tempo de acentada, a cerâmica de uma residência começou a levantar, provocando rachaduras. Veja a imagem:

Figura 53 - Cerâmicas estufadas e quebradas

Imagem: <http://lawtonparente.blogspot.com/>

Como você explicaria o ocorrido ao dono da residência? (13 acertos)

Figura 54 - Resposta de um aluno - Q2T2U4



Fonte: Autoria própria, 2025

03) Deseja-se passar uma esfera metálica através de um orifício localizado no centro de uma chapa metálica quadrada. O diâmetro da esfera é levemente maior que o diâmetro do furo. Para conseguir esse objetivo, o procedimento CORRETO é:

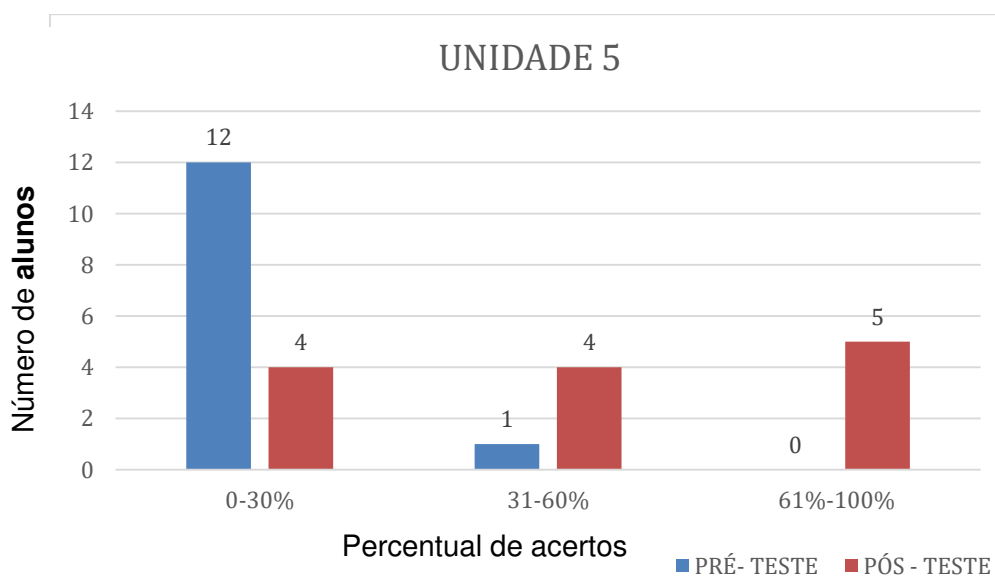
- aquecer igualmente a esfera e a chapa.
- resfriar apenas a chapa.
- resfriar igualmente a esfera e a chapa.
- aquecer a chapa

(13 acertos)

6.8.5 Unidade 5

A análise da relação entre o primeiro e o segundo teste na quinta unidade também evidenciou o progresso dos estudantes. No primeiro teste, a maioria dos alunos demonstrou conhecimento limitado sobre o tema abordado. No entanto, no segundo teste, embora alguns alunos ainda tenham obtido rendimento abaixo de 30%, vários apresentaram desempenho acima de 60%. O resultado foi satisfatório, pois ficou claro o progresso na maioria dos estudantes.

Gráfico 8 - Resultado do Pré e Pós teste/ Unidade 5

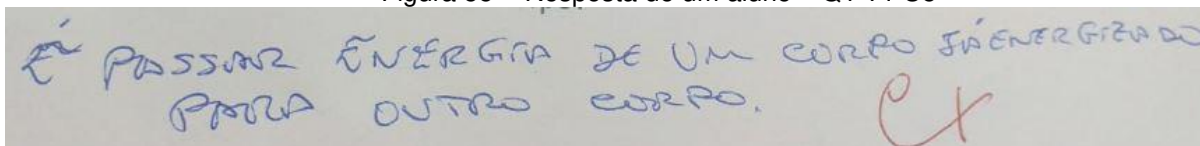


Fonte: Autoria própria, 2023

Pré- teste - unidade 5: (T1U5)

01) Você sabe o que é eletrizar um corpo? (3 acertos)

Figura 55 - Resposta de um aluno – Q1 T1 U5



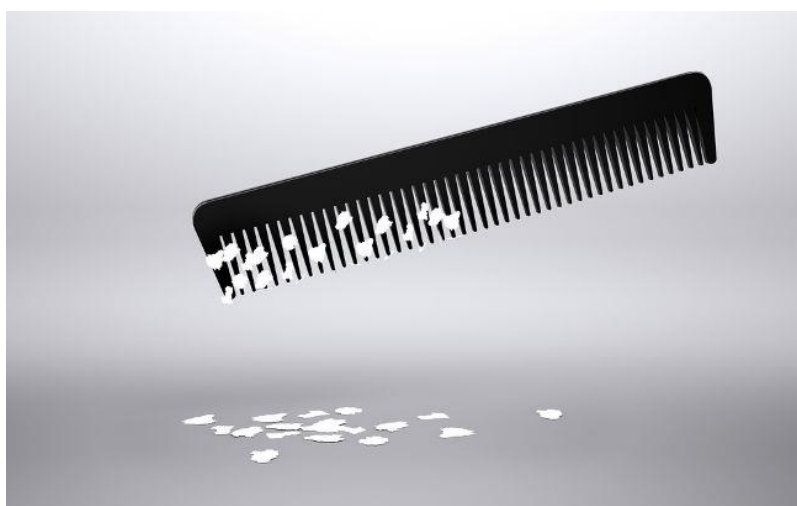
Fonte: Autoria própria, 2025

02) Há três formas de eletrizar um corpo, você sabe quais são elas? (Nenhum acerto)

03) No processo de eletrização por atrito, como ficam eletrizados os corpos envolvidos? (Nenhum acerto)

04) Se você passar um pente por várias vezes no cabelo e depois aproximá-lo de pequenos pedaços de papel, pode acontecer algo parecido com o que mostra a imagem abaixo.

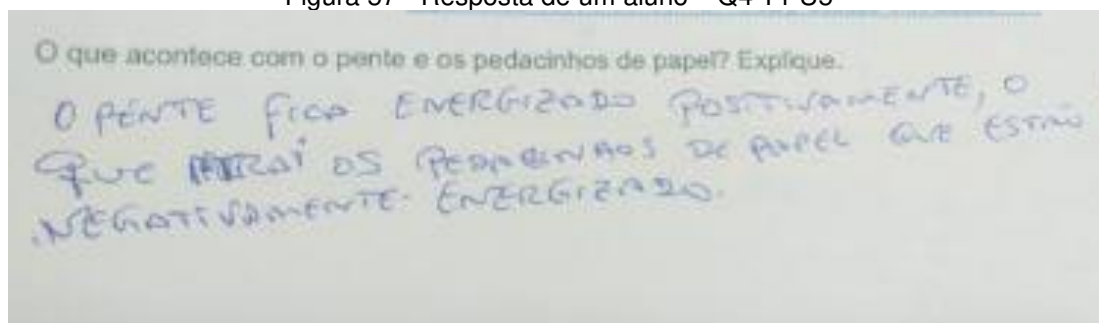
Figura 56 - Pedacos de papel atraídos por um pente



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/processo-eletrizacao.htm>

O que acontece com o pente e os pedacinhos de papel? Explique. (6 acertos parciais)

Figura 57 - Resposta de um aluno – Q4 T1 U5



Fonte: Autoria própria, 2025

Pós – teste – unidade 5 (T2U5)

01) Como funciona a eletrização por atrito? Dê um exemplo. (10 acertos)

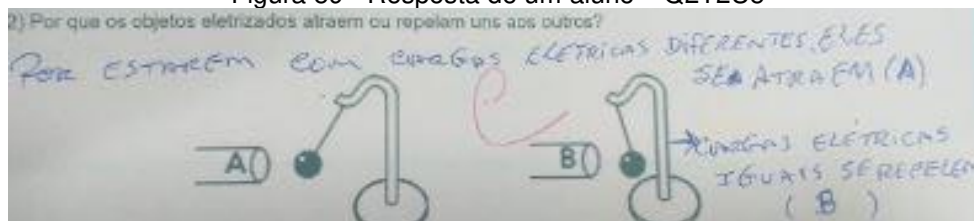
02) Por que os objetos eletrizados atraem ou repelem uns aos outros? (8 acertos)

Figura 58 - Esferas metálicas em processos de atração e repulsão



Fonte: <https://app.planejativo.com/questao/880/fisica-carga-eletrica>

Figura 59 - Resposta de um aluno – Q2T2U5



Fonte: Autoria própria, 2025

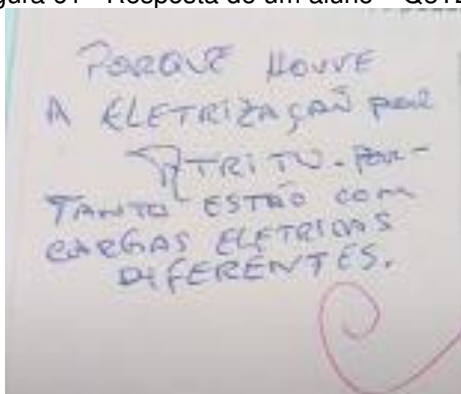
02) Por que os cabelos podem ficar eriçados quando alguém esfrega um balão neles? (7 acertos)

Figura 60 - Balão atraindo fios de cabelo



Fonte: <https://colegiobeneditino.com.br/5o-ano-eletricidade-estatica/>

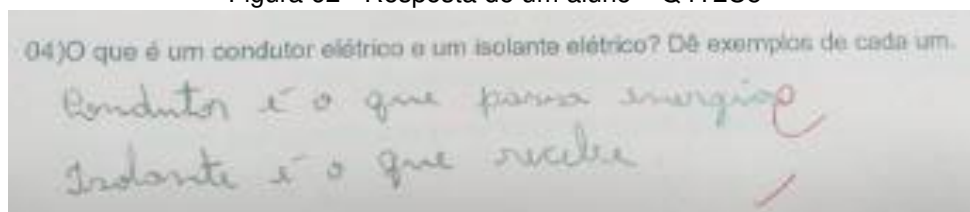
Figura 61 - Resposta de um aluno – Q3T2U5



Fonte: Autoria própria, 2025

04) O que é um condutor elétrico e um isolante elétrico? Dê exemplos de cada um.
(5 acertos)

Figura 62 - Resposta de um aluno – Q4T2U5



Fonte: Autoria própria, 2025

05) Analisando o esquema a seguir, indique quais os sinais das cargas B e C..
(10 acertos)

05) Analisando o esquema a seguir, indique quais os sinais das cargas B e C..

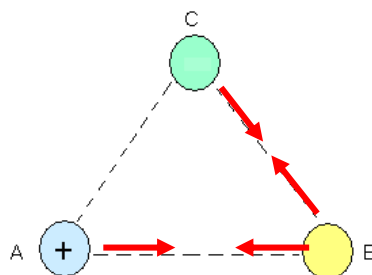
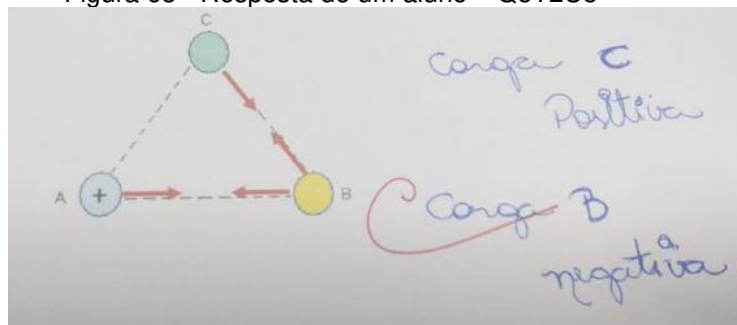


Figura 63 - Resposta de um aluno – Q5T2U5



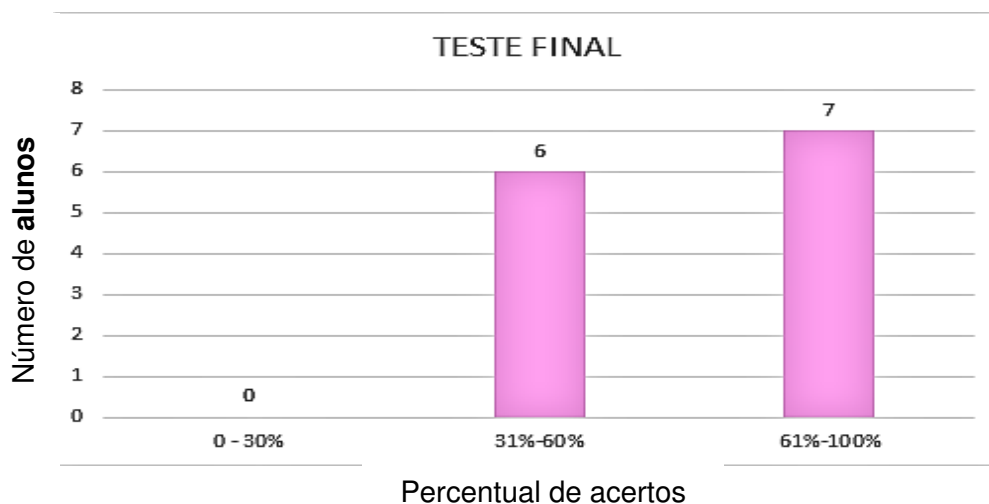
Fonte: Autoria própria, 2025

Teste final:

Conforme mencionado anteriormente, o teste final, composto exclusivamente por questões de múltipla escolha, foi aplicado duas semanas após a conclusão das aulas.

Ao final da aplicação do produto educacional desenvolvido, a análise dos vídeos das aulas, aliada à interação e ao *feedback* dos alunos, evidenciou de forma clara o impacto positivo das atividades realizadas. Durante as aulas, foi possível observar o envolvimento dos estudantes, sua participação ativa e a evolução na compreensão dos conceitos abordados. Além disso, os relatos dos próprios alunos reforçaram que a abordagem utilizada tornou o aprendizado mais significativo, permitindo a construção do conhecimento de maneira mais concreta e contextualizada. Esses elementos confirmam que as aulas ministradas contribuíram de forma efetiva para a aprendizagem dos estudantes.

Gráfico 9 - Resultado do teste final.



Fonte: Autoria própria

01) Qual é a unidade SI (Sistema Internacional de Unidades) para a velocidade? (12 acertos)

- a) Metros por segundo (m/s)
- b) Quilogramas (kg)
- c) Joules (J)
- d) Watts (W)

02) O que caracteriza o movimento retilíneo uniforme (MRU)? (4 acertos)

- a) A velocidade varia constantemente com o tempo.
- b) A velocidade é constante e não varia com o tempo.
- c) A espaço é constante e não varia com o tempo.
- d) A posição varia de forma irregular com o tempo.

03) A energia cinética de um objeto depende de quais das seguintes variáveis? (7 acertos)

- a) Altura
- b) Massa e velocidade
- c) Gravidade

d) Temperatura

04) Qual é a unidade SI (Sistema Internacional) de Energia Cinética? (3 acertos)

- a) Joules (J)
- b) Watts (W)
- c) Newtons (N)
- d) Pascal (Pa)

05) A energia potencial gravitacional de um objeto depende de: (10 acertos)

- a) Sua velocidade
- b) Sua aceleração
- c) Sua massa e altura em relação a um ponto de referência
- d) Sua densidade

06) Qual das seguintes afirmações sobre a energia potencial gravitacional está correta? (10 acertos)

- a) A energia potencial gravitacional aumenta à medida que a altura em relação a um ponto de referência aumenta.
- b) A energia potencial gravitacional é diretamente proporcional à velocidade do objeto.
- c) A energia potencial gravitacional é igual à energia cinética do objeto.
- d) A energia potencial gravitacional é constante, independentemente da altura.

07) O que é uma dilatação térmica? (13 acertos)

- a) A expansão de um sólido apenas,
- b) A expansão de um líquido apenas,
- c) A expansão de um gás apenas,
- d) A expansão de qualquer tipo de matéria devido ao aumento de temperatura.

08) Quais dos seguintes materiais tendem a se expandir mais significativamente quando aquecidos? (10 acertos)

- a) Metais
- b) Vidro
- c) Madeira
- d) Borracha

09) Quando um objeto é resfriado, o que geralmente acontece com suas dimensões?
(9 acertos)

- a) Ele se contrai.
- b) Ele se expande.
- c) Não sofre alterações.
- d) Aumento de forma irregular.

10) Quando dois objetos com cargas elétricas iguais se aproximam, o que acontece com as forças entre eles? (6 acertos)

- a) Elas se atraem.
- b) Elas se repelem.
- c) Elas permaneceram inalteradas.
- d) Elas dependem do tamanho dos objetos.

11) Quando um objeto perde elétrons, ele se torna: (4 acertos)

- a) Carregado positivamente.
- b) Carregado negativamente.
- c) Neutro.
- d) Um ímã.

12) Qual dos seguintes processos envolve a fricção entre dois objetos, resultando na transferência de elétrons de um para o outro? (9 acertos)

- a) Condução
- b) Indução
- c) Eletrização por atrito
- d) Eletrização por contato

A análise dos gráficos revelou a eficácia das aulas ministradas em termos do desempenho dos alunos, ao compararmos os resultados do pré e pós teste. Apesar de o pós-teste ter sido administrado imediatamente após o término da aula, os alunos demonstraram ter adquirido conhecimentos significativos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Física para alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) apresenta desafios específicos, especialmente no contexto do CESEC (Centro Estadual de Educação Continuada), onde os estudantes seguem um regime semipresencial. Esse modelo oferece maior autonomia aos alunos, permitindo que organizem seus estudos de forma independente, geralmente optando por estudar em casa e comparecer à escola apenas para realizar as avaliações.

Diante dessa realidade, é crucial adotar estratégias pedagógicas eficazes para maximizar o aproveitamento das aulas presenciais. Abordagens diferenciadas, que considerem as necessidades individuais e os conhecimentos prévios de cada aluno, podem ser fundamentais para incentivar a frequência escolar e promover um aprendizado mais significativo. A personalização das metodologias de ensino pode não apenas atrair os estudantes a participarem mais ativamente das aulas, mas também fortalecer seu engajamento e compreensão dos conteúdos de Física.

Embora a aula expositiva tradicional ainda seja uma forma válida de conduzir o ensino, a introdução de metodologias diferenciadas pode despertar a curiosidade e aumentar o interesse dos alunos. A utilização de aulas experimentais, que permitam a aplicação prática dos conceitos abordados teoricamente, é uma estratégia eficaz nesse sentido. Ao envolver os estudantes ativamente, conectando a prática à teoria, promove-se uma compreensão mais profunda do conteúdo. Essa abordagem favorece o entendimento dos processos e dos fundamentos teóricos, conduzindo os alunos a uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

Os resultados deste trabalho evidenciaram a importância da oferta de aulas experimentais e de metodologias ativas no ensino semipresencial. A possibilidade de

envolver os alunos em atividades práticas e interativas mostrou-se essencial para tornar o aprendizado mais dinâmico e significativo. Observou-se que, quando os estudantes participam ativamente do processo de construção do conhecimento, seu interesse e engajamento aumentam consideravelmente, refletindo-se em um melhor desempenho e compreensão dos conteúdos.

Além disso, foi extremamente gratificante desenvolver um trabalho no qual os alunos demonstraram tanto interesse e dedicação. O entusiasmo deles ao explorar os conceitos por meio das atividades propostas reforçou a relevância de abordagens que vão além da exposição teórica, proporcionando uma aprendizagem mais concreta e conectada com o cotidiano. A experiência reafirma a necessidade de estratégias que promovam o protagonismo dos estudantes e valorizem sua participação ativa no processo educacional.

Portanto, ainda que existam poucos estudos específicos sobre atividades experimentais voltadas para o ensino de Física nos CESECs, a relevância desse tipo de metodologia em outros contextos educacionais pode servir como base para futuras pesquisas. Há uma necessidade de investigar como essas atividades podem ser adaptadas para o formato semipresencial, garantindo que os alunos tenham acesso a experiências práticas que complementem a teoria, mesmo em um ambiente de ensino flexível. Isso poderia incluir o desenvolvimento de experimentos que os estudantes possam realizar de forma autônoma, com materiais de fácil acesso, ou a utilização de tecnologias digitais que simulem situações experimentais.

Em síntese, embora a literatura existente destaque amplamente a importância das atividades experimentais no ensino de Física, há uma lacuna significativa no que diz respeito à sua aplicação no contexto específico dos CESEC. Este cenário aponta para a necessidade de estudos futuros que explorem estratégias pedagógicas inovadoras para integrar essa metodologia em ambientes de ensino semipresenciais, de modo a beneficiar a aprendizagem dos estudantes que frequentam essas instituições.

8. REFERÊNCIAS

BARBIERI, M. S., PIRES, C. M. (2022). A ludicidade como pressuposto metodológico no processo de ensino- aprendizagem. **Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação**, v.15, n.3 p. 313–324, 2020.

BONJORNO, R. A.; BONJORNO, J. R.; BONJORNO, V.; CLINTON, M. R.. **Física fundamental**, Volume único- São Paulo: FTD, 2001

CASTILHO, W. S., OLIVEIRA, D. L., DUTRA, M. V. G. O ensino de física e a aprendizagem significativa: um kit experimental com arduino para o ensino de queda livre. **Experiência em ensino de ciências**, v.15, n.3, 2020.

COSTA JÚNIOR, J.F. et al., Metodologias ativas de aprendizagem e a promoção da autonomia do aluno, **Revista Educação, Humanidades e Ciências Sociais**, V. 07, n.13, 2022.

COSTA JÚNIOR, J. F. et al. O professor do futuro: habilidades e competências necessárias para atuar em uma sociedade em mudança, **Revista Educação, Humanidades e Ciências sociais**, v. 07, n.13, Jan./Jun. 2023

DIMINUTIVO. *In*: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2024. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/diminutivo/>>. Acesso em: 22/10/2024.

ERTHAL, J. P. C.; GAMA, A. C. Uma proposta para o ensino de física na educação de jovens e adultos: um exemplo pautado nos conteúdos de hidrostática. **Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco**, v. 10, n. 1, p. 57–68, 2021. DOI: 10.36524/saladeaula.v10i1.945. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/saladeaula/article/view/945>. Acesso em: 6 set. 2024.

ESPÍNDOLA, K., MOREIRA, M.A. A estratégia dos projetos didáticos no ensino de Física na educação de jovens e adultos (EJA), **Textos de apoio ao professor de Física**, v.17 n.2, 2006.

FERREIRA, Á. C. Experimentação no ensino de Física: enfoque no processo de ensino e aprendizagem. **Revista De Iniciação à Docência**, v.8, n.1, p. 1-16, 2023. <https://doi.org/10.22481/riduesb.v8i1.11959>

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. **The Feynman Lectures on Physics**. New York: Addison–Wesley (1977) (p. 4-1).

FORÇA, A. F.; LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Teorias e Práticas. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** (VIII ENPEC) realizado entre 5 e 9 de dezembro de 2011 na Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0035-1.pdf. Acesso em: 04/06/2023

FREIRE, P. **Educação e mudança**. Coleção Educação e Comunicação, vol.1. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 1.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

GIL, A. C., **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. – Barueri- SP: Atlas, 2022.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. no 1999, n. 10, p. 43-49, 1999.

GPESC, **Semiótica crítica e as materialidades da comunicação** [recurso eletrônico] / GPESC – Grupo de Pesquisas em Semiótica e Culturas da Comunicação; Alexandre Rocha da Silva ... [et al.]. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2020. 278 p.

GODOY, M. T. **Indicações circunstanciais como signos potencializadores da aprendizagem significativa de conceitos na experimentação animal**. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação do Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual De Londrina. 2016.

GODOY, M; LABURÚ, C. A. Indicações circunstanciais como signos potencializadores do Pensamento crítico no ensino de biologia. **Revista Tecné, Episteme y Didaxis**. n. extraordinário. Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias. Bogotá - Colômbia, 2021.

GUIMARÃES, U. A., BUENO, L. A. S., A ludicidade com alunos da educação de jovens e adultos. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano. 06, Ed. 09, v. 06, p. 05-16. Setembro 2021.

HALLIDAY, D; RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de Física - Mecânica**, Vol 1, 9ª ed. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 2012.

HALLIDAY, D., RESNICK, R.; WALKER, J., **Fundamentos de Física – Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. Rio de Janeiro, 8ª edição, Editora LTC, 2009.

IRODOV, I.E. **Fundamental Laws of Mechanics**, Moscow: Mir Publishers, 1980, (p. 72-104)

KITTEL, C. **Introdução à Física do Estado Sólido**, 8ª Ed., Rio de Janeiro: LTC Editora, 2006,p.104

KNOWLES, M. S.; HOLTON III, E. F.; SWANSON, R. A. **O aluno adulto: o clássico definitivo em educação de adultos e desenvolvimento de recursos humanos**. 6ª ed. San Diego, California, EUA: Elsevier Inc. 2005.

KOLB, D. A. **Experiential Learning Experience as the Source of Learning and Development**. New Jersey, USA: Pearson Education, Inc, 2015.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M.; CAMARGO FILHO, P. S. **Semiótica aplicada à educação científica**: signos de tipo indicações circunstanciais emitidos pelo professor em atividade discursiva. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

LABURÚ, C. E.; GODOY, M. T.; ZOMPERO, A. F. Caracterização das indicações circunstanciais emitidas durante atividade discursiva por um professor de ciências: uma leitura semiótica. **Revista Ensaio**, v.18, n. 3, p. 31-50, 2016.

LEITE, S. A. S. A afetividade no processo de constituição do leitor. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 6, n. 1, p. 25-52, jan./abr. 2011. ISSN 1809-0354.

LOURENÇO, A. B., ANDRADE, V. A.; MORAES, S. S., CRUZ, L. C.; FERREIRA, F. C. Caso investigativo na formação continuada de professores: discutindo a relação da prática experimental na sala de aula. **Revista do Professor de Física**, v. 7, n. 1, p. 58–77, 2023. DOI: 10.26512/rpf.v7i1.42508. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/42508>. Acesso em: 5 set. 2024.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia**, 8. ed. – Barueri -SP: Atlas, 2022.

MORRIS, C. W. **Fundamentos da teoria dos signos**. Rio de Janeiro: Eldorado; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1976.

NASCIMENTO, J. W. S., LOBATO, M. S., LOBATO JÚNIOR, J. M. S., LOBATO JÚNIOR, M. C., CHAVES NETO, A. M. J., COSTA, J. F. S., A prática metodológica no ensino de física, **Revista mais educação**, v. 4, n. 10, 2021

OLIVEIRA, J. de P., GOBARA, S. T., CARVALHO, F. P. T. Aula Experimental de Física: um foco na aprendizagem de competências e habilidades previstas na matriz de referência curricular do Enem. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, v.39, n.1, p.109–132, 2022. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2022.e75627>

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2017.

Portal borda, A história do carro de boi. Youtube,05/04/2021, disponível em:<https://youtu.be/0ezSKb2UXy0?feature=shared>. Acesso em: 28/05/2024.

PRIETO, L. J. **Mensagens e sinais**. São Paulo: Cultrix, 1973.

SANTAELLA, L. **A teoria geral dos signos**: semiose e autogeração. São Paulo: Editora Ática S. A., 1995.

SAUSSURE, F., **Curso de linguística geral**. 28. ed. 6ª reimpressão – São Paulo: Cultrix, 2019.

SEE/MG – Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/servico/concluir-o-ensino-medio-por-meio-de-cursos-oferecidos-pelos-cesec>. Acesso em 02/06/2023.

SEE/MG - Resolução SEE Nº 4.692, de 29 de dezembro de 2021. Dispõe sobre a organização e o funcionamento do ensino nas Escolas Estaduais de Educação Básica de Minas Gerais e dá outras providências. <https://acervodenoticias.educacao.mg.gov.br/images/documentos/RESOLU%C3%87%C3%83O%20SEE%20N%C2%BA%204.692,%20DE%2029%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202021.pdf>. Acesso em 04/06/2023.

SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física II: Termodinâmica e ondas**, 12. ed. São Paulo, SP: Pearson Addison Wesley, 2008.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da física. **Cad.Bras.Ens.Fís.**, v.20, n.1, p. 30-42, abr. 2003.

SILVA, Á. P., A ludicidade e o ensino de Física: relato de experiência a partir de experimentos de baixo custo . **A Física na Escola**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 230-137, 2024. DOI: 10.59727/fne.v22i1.137. Disponível em: <https://fisicanaescola.org.br/index.php/revista/article/view/137>. Acesso em: 16 ago. 2024.

SILVA, O. H. M., LABURÚ, C. E., Instrução por indicações circunstanciais: Uma aplicação no ensino. **Revista Didática Sistemica**, ISSN 1809-3108, v. 24, n. 1, p.180-191, 2022.

SILVA, S. L. L.; SILVA, T. L. G. A afetividade como ferramenta pedagógica no processo de ensino-aprendizagem de jovens e adultos. **eMosaicos**, v. 5, n. 10, p. 67-80, 2016.

TASSONI, E. C. M.; LEITE, S. A. S. Afetividade no processo de ensino-aprendizagem: as contribuições da teoria Walloniana. **Educação**, v. 36, n. 2, p. 262-271, 2013. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/view/9584>. Acesso em: 06 de março de 2024.

TIPLER, P; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**, v 1, 6ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 2011.

VÁLIO, A. B. M., FUKUI, A., FERDINIAN, B., OLIVEIRA, G. A., MOLINA, M. M., VENÊ. **Ser protagonista: física**, 1º ano: ensino médio ,1ª ed. São Paulo, SP: SM, 1v, 2014.

VILLATE, J. E. **Física II: Eletricidade e Magnetismo**. Porto-PT: Universidade do Porto, FEUP Edições, 2012.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

YOUNG, H. D., FREEDMAN, R. A. **Física I, Sears e Zemansky: mecânica** São Paulo: Pearson; 12ª edição (2008), (p. 181-200)

9. APÊNDICE

9.1. PRÉ – TESTES

Pré-Teste - unidade 1:

01) Você sabe o que é grandeza física?

02) Indique, entre os conceitos a seguir, aqueles que são considerados grandezas físicas:

- | | | | |
|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="radio"/> massa | <input type="radio"/> força | <input type="radio"/> vontade | <input type="radio"/> amor |
| <input type="radio"/> amizade | <input type="radio"/> velocidade | <input type="radio"/> filosofia | <input type="radio"/> beleza |
| <input type="radio"/> pressão | <input type="radio"/> água | <input type="radio"/> volume | <input type="radio"/> comprimento |
| <input type="radio"/> altura | <input type="radio"/> felicidade | <input type="radio"/> tempo | |

03) Observe os objetos a seguir:

Figura 5. Instrumentos de medida



Fonte: <https://brazilianvoice.com/wp-content/uploads/2016/12/medidas.png>

a) Você conhece algum (ns) desses instrumentos? Qual (is)?

b) Quais grandezas poderiam ser medidas com os instrumentos que você conhece?

c) Quais as unidades de medida usadas para as grandezas que você anotou no item anterior?

Pré-Teste - unidade 2:

01) O que é o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)?

02) Das imagens abaixo qual representa o movimento retilíneo?

a)

b)

Figura 10. Carro em movimento em uma pista reta



Figura 11. Carro em movimento em uma pista curva



Fonte: <https://rabiscodahistoria.com/movimento-retilineo-uniforme/>

03) A seguir temos um quadro onde são apresentados alguns dados sobre o movimento de um corpo. Podemos dizer que esse é um Movimento Retilíneo Uniforme? Porquê?

Quadro 2: Dados relativos ao movimento de um corpo.

Tempo	Posição	Velocidade
0 s	0 m	0 m/s
1 s	10 m	10 m/s
2 s	20 m	10 m/s
3 s	30 m	10 m/s
4 s	40 m	10 m/s

Fonte: <https://rabiscodahistoria.com/movimento-retilineo-uniforme/>

04) Como é feito o cálculo da velocidade média de um corpo em movimento?

05) Utilizando os dados da tabela da questão 3, faça os gráficos da posição em função do tempo e da velocidade em função do tempo.

Pré-Teste - unidade 3:

01) O que é energia e para que ela é necessária?

02) Você sabe como é produzida a energia elétrica que chega até a sua casa? Se sim, explique.

03) Abaixo temos a imagem de uma usina hidrelétrica, quais as formas de energia podem ser identificadas na imagem?

Figura 16. Usina hidrelétrica de Itaipu, maior usina hidrelétrica das Américas



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/usina-hidreletrica/>

04) O que significa dizer que energia se conserva? Isso é mesmo possível?

05) A energia potencial gravitacional é uma forma de energia relacionada a posição do corpo em relação a um ponto de referencia. O que isso quer dizer?

Pré-Teste – unidade 4:

01) O que quer dizer dilatar?

02) As cerâmicas quando colocadas no chão, são colocadas a uma pequena distância uma da outra. Qual a necessidade desse espaço entre elas?

03) Em dias muito quentes é comum que portas e portões de metal fiquem “agarrando”, durante o processo de abrir e fechar, porquê isso acontece?

04) Na imagem abaixo temos dois copos agarrados um no outro, acontecimento comum no nosso dia a dia. Indique uma maneira de separar os copos sem que eles se quebrem.

Figura 22. Copos “agarrados”



Fonte: <https://pt.wikihow.com/Separar-Copos-Entalados>

Pré-Teste - unidade 5:

01) Você sabe o que é eletrizar um corpo?

02) Há três formas de eletrizar um corpo, você sabe quais são elas?

03) No processo de eletrização por atrito, como ficam eletrizados os corpos envolvidos?

04) Se você passar um pente por várias vezes no cabelo e depois aproximá-lo de pequenos pedaços de papel, pode acontecer algo parecido com o que mostra a imagem abaixo.

Figura 28. Pedacinhos de papel atraídos por um pente



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/processo-eletrizacao.htm>

O que acontece com o pente e os pedacinhos de papel? Explique.

9.2. PÓS TESTES

Pós-Teste – unidade 1:

01) Como garantir que peças de carros, aviões, máquinas, etc. sejam produzidas em locais ou em países diferentes e encaixem perfeitamente nos seus respectivos locais?

02) Quais os instrumentos de medida mais convenientes para se medir:

a) Altura de uma porta?

b) A massa de uma sacola de arroz?

c) A temperatura do corpo humano?

d) O tempo de duração de uma aula de física ?

03) Nos itens do exercício anterior, quais as unidades de medida no Sistema Internacional de Unidades (SI)?

04) A imagem abaixo apresenta um copo medidor de capacidade 300ml e que contém uma certa quantidade de um líquido.

Figura 6. Copo de medida



Fonte: <https://www.amazon.com.br>

Qual o volume de líquido no copo? Qual seria esse volume em Litros?

05) Entre as alternativas abaixo, qual delas corresponde a exemplos de grandezas físicas:

- a) Amizade, velocidade e massa.
- b) Velocidade, amor e aceleração.
- c) Massa, velocidade e volume.
- d) Felicidade, massa e tempo.

06) Observe a imagem abaixo:

Figura 7. Medida do palmo



Fonte: pt.wikihow.com

- a) Qual a unidade de medida deve ser usada para melhor expressar o tamanho do “palmo”?
- b) Qual a o comprimento medido?
- c) Exprese esse valor em metros.

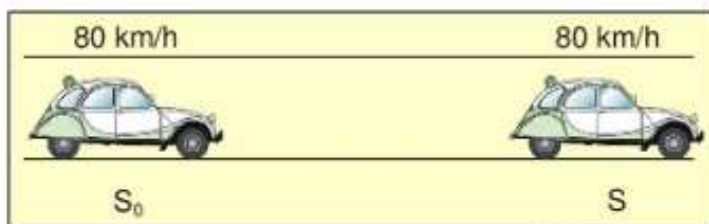
Pós-Teste – unidade 2:

01) Sobre o movimento uniforme, analise as afirmações abaixo e coloque V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas:

- a) () a aceleração escalar é igual a zero;
- b) () a velocidade escalar é constante e diferente de zero;
- c) () quando o movimento é uniforme o gráfico velocidade-tempo é uma reta paralela ao eixo dos tempos.

02) Observe a imagem abaixo:

Figura 12. Veículo em movimento

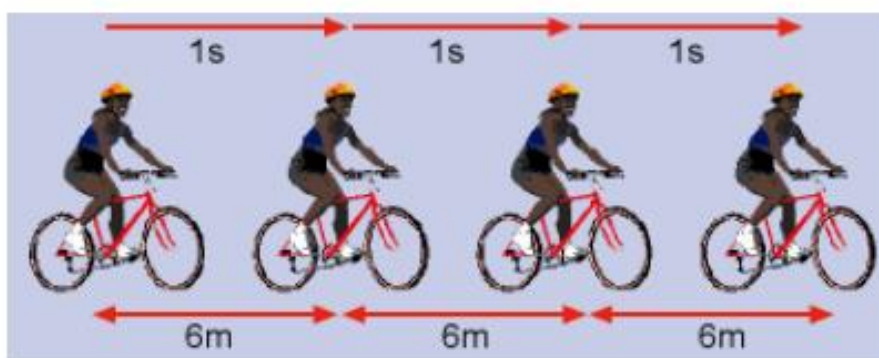


<https://pt.slideshare.net/razonetecontabil/exercicios-resolvidos-movimento-retilneo-uniforme>

O veículo está em movimento uniforme? Justifique.

03) Observe a imagem abaixo. Qual a velocidade com que a ciclista se movimenta? O movimento é uniforme?

Figura 13. Ciclista em movimento



<https://kipdf.com/movimento-uniforme-e-velocidade-media-apostila-3-capitulo-12-e-13-de-fisica>

04) O quadro abaixo apresenta as posições de um móvel em movimento uniforme no decorrer do tempo.

Quadro 3: Dados relativos ao movimento de um móvel.

t (s)	s (m)
0	0
2	6
5	15
9	27

<https://www.passeidireto.com/arquivo/101599720/lista-de-exercicio-mru>

Determine:

- A velocidade do móvel;
- Construa o gráfico Posição X tempo;
- Construa o gráfico Velocidade X tempo.

Pós-Teste- unidade 3:

01) Observe a imagem abaixo. Em relação ao solo, em qual ponto a energia potencial gravitacional é máxima? E em qual ponto é mínima?

Figura 17. Menina descendo de um escorregador

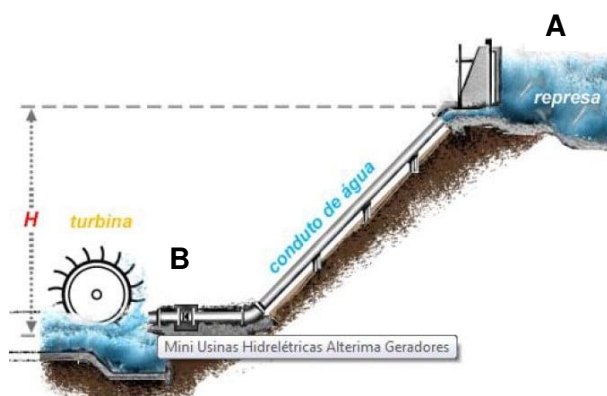


Fonte: Adaptada de <https://br.freepik.com>

02) A imagem abaixo mostra, em corte, parte da produção de energia elétrica em uma usina hidrelétrica.

- Explique quais as formas de energia são observadas nos pontos A e B.
- Como ocorre a transformação de energia entre os pontos A e B.

Figura 18. Em corte, parte da produção de energia elétrica em uma usina hidrelétrica



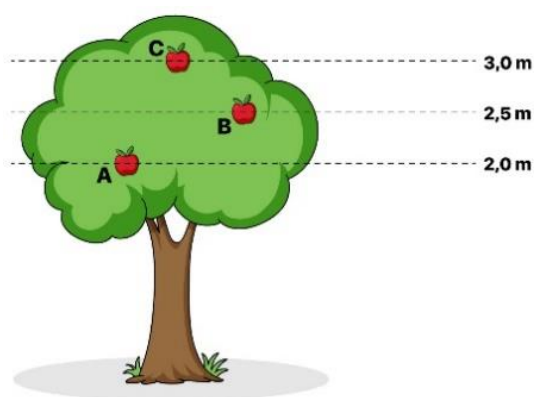
Fonte: <https://cursoenemgratuito.com.br/simulado-de-potencia>

03) A energia existe em grande quantidade no universo, não aumentando nem diminuindo, mas passando por inúmeras transformações. Relacione corretamente as colunas, indicando a transformação de energia que está ocorrendo em cada exemplo.

- | | |
|--|--|
| (1) O movimento das rodas de uma bicicleta acionando uma lâmpada. | () Transformação de energia luminosa em energia química. |
| (2) Plantas utilizando a energia luminosa do Sol para realizar a fotossíntese. | () Transformação de energia térmica em energia mecânica. |
| (3) A movimentação de uma locomotiva pela queima de lenha (madeira). | () Transformação de energia mecânica em energia elétrica. |

04)

Figura 19. Ilustração de maçãs em uma macieira



Considere que as maçãs ilustradas ao lado possuem todas a mesma massa. Qual delas possui maior energia potencial gravitacional? Justifique.

Fonte: <https://blog.professorferretto.com.br>

Pós-Teste - unidade 4:

01) Observe a imagem a baixo:

Figura 23. Demonstração de um processo de dilatação

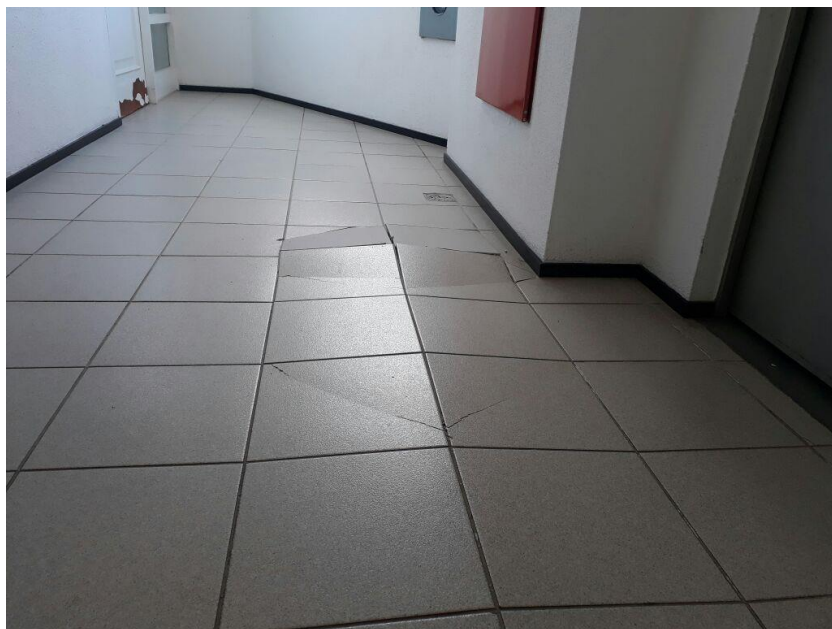


Fonte: <http://bamboochafisica.blogspot.com/>

Qual o procedimento usado para soltar a porca do parafuso?

02) Depois de certo tempo de acentada, a cerâmica de uma residência começou a levantar, provocando rachaduras. Veja a imagem:

Figura 25. Cerâmicas estufadas e quebradas



Fonte:<http://lawtonparente.blogspot.com/>

03) Como você explicaria o ocorrido ao dono da residência?

Deseja-se passar uma esfera metálica através de um orifício localizado no centro de uma chapa metálica quadrada. O diâmetro da esfera é levemente maior que o diâmetro do furo. Para conseguir esse objetivo, o procedimento CORRETO é:

- a) aquecer igualmente a esfera e a chapa.
- b) resfriar apenas a chapa.
- c) resfriar igualmente a esfera e a chapa.
- d) aquecer a chapa

Pós-Teste - unidade 5:

01) Como funciona a eletrização por atrito? Dê um exemplo.

02) Por que os objetos eletrizados atraem ou repelem uns aos outros?

Figura 29. Pedacos de papel atraídos por um pente



Fonte :<https://app.planejativo.com/questao/880/fisica-carga-eletrica>

03) Por que os cabelos podem ficar eriçados quando alguém esfrega um balão neles?

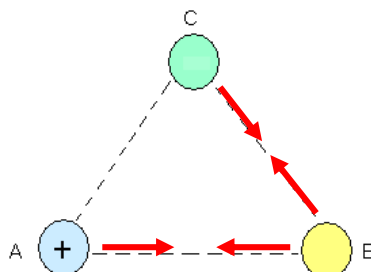
Figura 30. Balão atraindo fios de cabelo



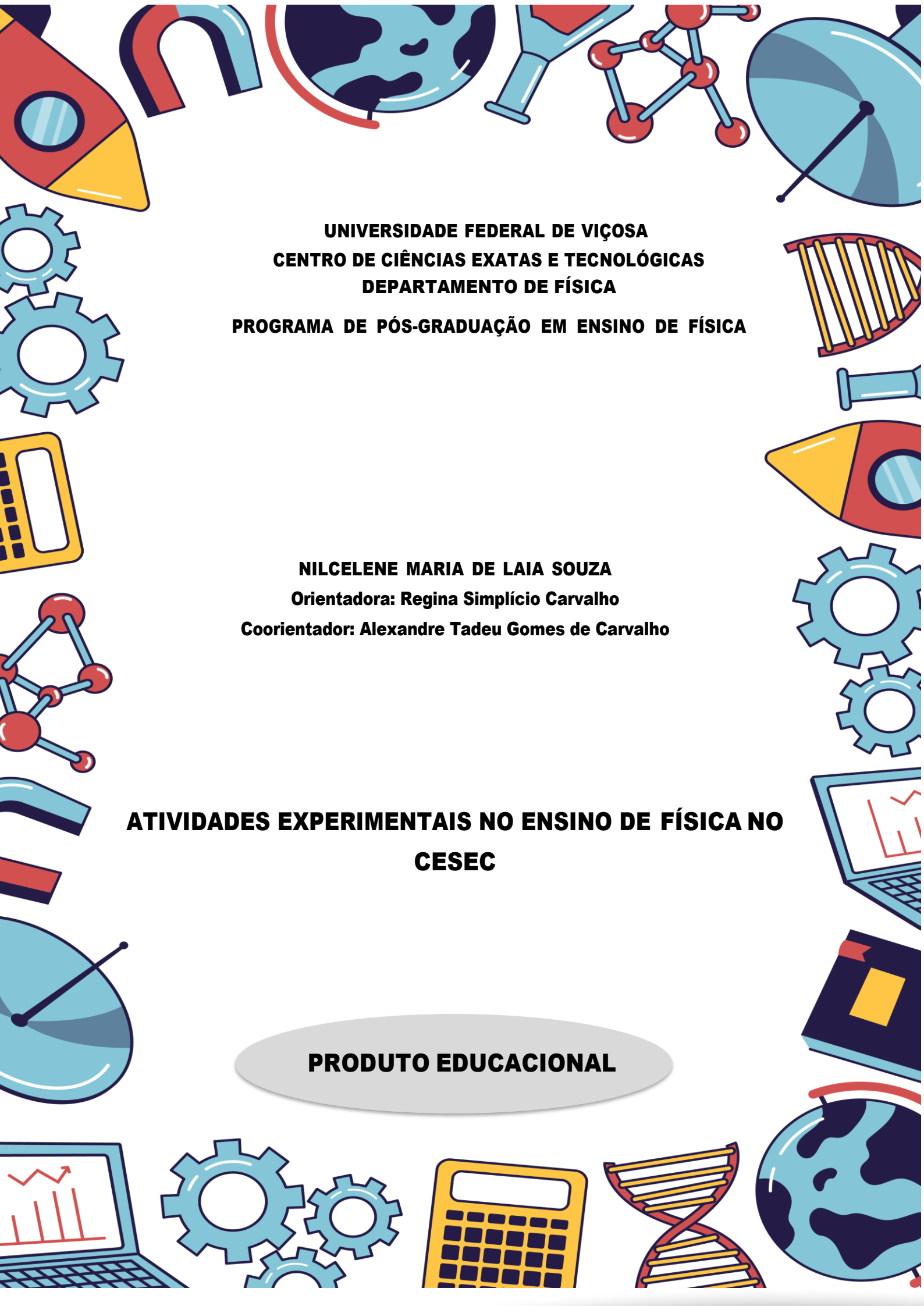
Fonte: <https://colegiobeneditino.com.br/5o-ano-eletricidade-estatica/>

04) O que é um condutor elétrico e um isolante elétrico? Dê exemplos de cada um.

05) Analisando o esquema a seguir, indique quais os sinais das cargas B e C..



9.3. PRODUTO EDUCACIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

NILCELENE MARIA DE LAIA SOUZA
Orientadora: Regina Simpício Carvalho
Coorientador: Alexandre Tadeu Gomes de Carvalho

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA NO
CESEC

PRODUTO EDUCACIONAL

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	130
UNIDADE 1	131
MEDIDAS DE GRANDEZAS FÍSICAS.....	131
UNIDADE 2	138
MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME.....	139
UNIDADE 3	146
ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL, ENERGIA CINÉTICA E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.....	146
UNIDADE 4	152
DILATAÇÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS – DILATAÇÃO SUPERFICIAL	153
UNIDADE 5	159
ELETRIZAÇÃO POR ATRITO.....	159
TESTE FINAL	168
REFERÊNCIAS	169

Prezados colegas,

O presente produto integra a pesquisa de dissertação de mestrado intitulada “Atividades Experimentais no Ensino de Física no CESEC: evidenciando o uso de indicações circunstanciais”. O principal objetivo deste trabalho é apresentar um conjunto de atividades experimentais que podem ser aplicadas tanto no ensino de Jovens e Adultos (EJA) quanto em turmas do ensino regular, além de serem adaptáveis ao ensino semipresencial, como é o caso dos CESECs.

Nos CESECs, onde a presença dos alunos em sala de aula não é obrigatória, os estudantes que participaram desta pesquisa foram convidados a assistir às aulas como parte do desenvolvimento do trabalho. Essa característica foi vista como um aspecto positivo, uma vez que os alunos não estavam ali por obrigação, mas sim por interesse genuíno em aprender física por meio de aulas expositivas e experimentais. Esta abordagem, embora fora de seu contexto usual, foi percebida pelos participantes como algo benéfico para seu aprendizado.

Todas as aulas foram cuidadosamente planejadas e desenvolvidas considerando um público diversificado, com diferentes faixas etárias e níveis de conhecimento, buscando-se uma metodologia capaz de impactar positivamente todos os alunos envolvidos.

Os resultados obtidos com a aplicação deste produto foram altamente satisfatórios. Espero que este material possa contribuir para o desenvolvimento de aulas eficazes e para a obtenção de resultados igualmente positivos em sua prática docente.

Unidade 1:

Durante o desenvolvimento desta aula, o objetivo central é proporcionar aos alunos o conhecimento sobre instrumentos de medição, identificar quais grandezas físicas cada instrumento mede, e capacitá-los a realizar conversões de unidades de medida. Ao longo da aula, realizamos algumas medições práticas, seguidas de conversões de unidades, o que se mostrou uma abordagem eficaz para que os alunos compreendessem que uma mesma medida pode ser expressa em diferentes unidades.

Os alunos devem ser apresentados a instrumentos de medição comuns no cotidiano, além de um dispositivo menos familiar para a maioria: o multímetro. A introdução do multímetro despertou grande curiosidade, estimulando os alunos a compreenderem sua função e operação.

Para o desenvolvimento desta aula, é fundamental que você disponha do maior número possível de instrumentos de medição, oferecendo aos alunos a oportunidade de conhecê-los, manuseá-los, e entender o funcionamento de cada um. Esta prática é essencial para consolidar o aprendizado e promover uma compreensão mais profunda das grandezas físicas e suas respectivas unidades de medida.

MEDIDAS DE GRANDEZAS FÍSICAS

Denominamos “Grandeza Física” tudo que pode ser medido. Essa medida pode ser feita utilizando vários instrumentos específicos, que utilizamos no nosso dia a dia (Figura 1).

Figura 1. Instrumentos de medida

Fonte: Autoria própria,2023

Objetivo:

- Conhecer e saber identificar algumas grandezas físicas e suas respectivas unidades de medidas.
- Aprender a fazer a conversão das unidades de medida de comprimento, massa e tempo.

Materiais:

- Copo de medida (pode ser do liquidificador, mamadeira...);
- Relógio;
- Fita métrica ou régua;
- Balança;
- Termômetro
- Etc.

Procedimento:

- Explicar aos alunos o que é grandeza física, como são medidas e quais unidades de medidas usadas para cada uma;
- Mostrar que a unidade de medida tem a função de “sobrenome” da grandeza e é o que permite identificá-la;

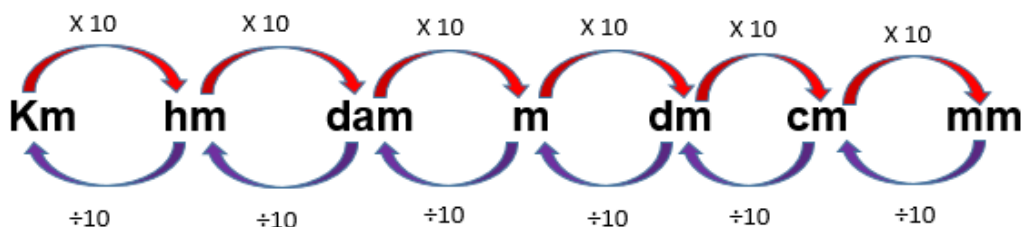
- Explicar que existe um sistema padronizado de unidades de medidas que é usado mundialmente e denominado “Sistema Internacional de Unidades de Medida- SI”;
- Mostrar que as unidades de medida de cada grandeza são determinadas a partir de parâmetros exatos da natureza. O metro, por exemplo, é definido pela velocidade percorrida pela luz no vácuo em um determinado tempo.
- Explicar que existem outras unidades de medidas além das do SI (Quadro 1), que são muito usadas no dia a dia. Saber relacioná-las é de fundamental importância.

Quadro 1 - Sistema Internacional de medidas:

Grandeza	Unidade	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente elétrica	ampère	A
Temperatura	kelvin	K
Quantidade de substância	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

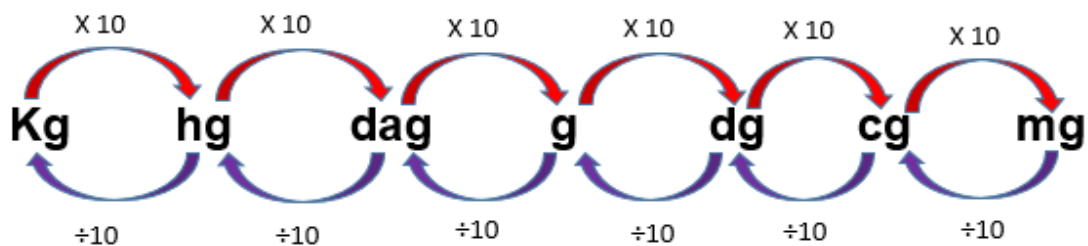
Fonte: Autoria própria, 2023

Figura 2 - Regra de conversão das unidades de comprimento



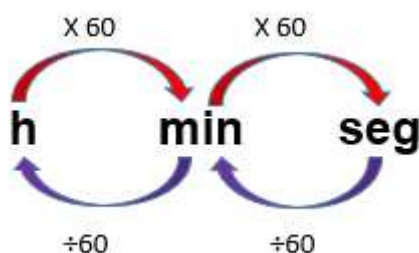
Fonte: Autoria própria, 2023

Figura 3 - Regra de conversão das unidades de massa



Fonte: Autoria própria,2023

Figura 4 - Regra de conversão das unidades de tempo



Fonte: Autoria própria,2023

- Fazer a medida de vários objetos presentes na sala de aula, como a altura da mesa, a distância entre uma parede e outra, a temperatura dentro da sala, o tempo de duração de uma aula, etc.;
- Pedir que os alunos anotem os valores obtidos com as respectivas unidades de medida adotadas.
- Fazer a conversão dos valores registrados para outras unidades usuais ou para as unidades do SI.

Seguem o Pré e Pós- teste que foram aplicados durante essa aula com as respectivas sugestões de resposta.

Teste 1:

01) Você sabe o que é grandeza física?

Sim. Grandeza física é tudo que pode ser medido.

02) Indique, entre os conceitos a seguir, aqueles que são considerados grandezas físicas:

- | | | | |
|--|---|---|--|
| <input checked="" type="radio"/> massa | <input checked="" type="radio"/> força | <input type="radio"/> vontade | <input type="radio"/> amor |
| <input type="radio"/> amizade | <input checked="" type="radio"/> velocidade | <input type="radio"/> filosofia | <input type="radio"/> beleza |
| <input checked="" type="radio"/> pressão | <input type="radio"/> água | <input checked="" type="radio"/> volume | <input checked="" type="radio"/> comprimento |
| <input checked="" type="radio"/> altura | <input type="radio"/> felicidade | <input checked="" type="radio"/> tempo | |

03) Observe os objetos a seguir:

Figura 5 - Instrumentos de medida



Fonte: <https://brazilianvoice.com/wp-content/uploads/2016/12/medidas.png>

a) Você conhece algum (ns) desses instrumentos? Qual (is)?

Resposta pessoal.

b) Quais grandezas poderiam ser medidas com os instrumentos que você conhece?

Relógio: Mede tempo.

Trena: Mede distâncias ou comprimentos.

Balança: Mede a massa de objetos.

Copo de medida: Mede o volume de líquidos ou substâncias.

Régua: Mede comprimentos ou distâncias, semelhante à trena.

Termômetro: Mede a temperatura.

c) Quais as unidades de medida usadas para as grandezas que você anotou no item anterior?

Tempo: A unidade básica no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o segundo (s).

Comprimento ou Distância A unidade básica no SI é o metro (m).

Massa A unidade básica no SI é o quilograma (kg).

Volume: A unidade básica no SI é o metro cúbico (m^3), mas frequentemente são utilizadas unidades derivadas, como o litro (L) para volumes menores.

Temperatura: A unidade de temperatura no SI é o kelvin (K), embora em muitos casos também seja utilizada a escala Celsius ($^{\circ}C$).

Pós-Teste 1:

01) Como garantir que peças de carros, aviões, máquinas, etc. sejam produzidas em locais ou em países diferentes e encaixem perfeitamente nos seus respectivos locais?

É fundamental seguir padrões de medidas e especificações precisas. Isso é essencial para garantir a interoperabilidade e a compatibilidade entre componentes fabricados em locais distintos. O Sistema Internacional de Unidades (SI) desempenha um papel crucial nesse processo, fornecendo uma base comum para as unidades de medida em todo o mundo.

02) Quais os instrumentos de medida mais convenientes para se medir:

a) Altura de uma porta?

Uma trena ou régua com uma escala em centímetros ou metros é apropriada para medir a altura de uma porta.

b) A massa de uma sacola de arroz?

Uma balança é o instrumento de medida ideal.

c) A temperatura do corpo humano?

Um termômetro clínico.

d) O tempo de duração de uma aula de física?

Um cronômetro ou relógio.

03) Nos itens do exercício anterior, quais as unidades de medida no Sistema

Internacional de Unidades (SI)?

a) Altura de uma porta:

Unidade de medida: metro (m).

b) A massa de uma sacola de arroz:

Unidade de medida: quilograma (kg).

c) A temperatura do corpo humano:

Unidade de medida: grau Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

d) O tempo de duração de uma aula de física:

Unidade de medida: segundo (s).

04) A imagem abaixo apresenta um copo medidor de capacidade 300mL e que contém uma certa quantidade de um líquido.

Figura 6 - Copo de medida



Fonte: <https://www.amazon.com.br>

Qual o volume de líquido no copo? Qual seria esse volume em Litros?

175mL

1L = 1000mL

175 mL = 0,175L

05) Entre as alternativas abaixo, qual delas corresponde a exemplos de grandezas físicas:

a) Amizade, velocidade e massa.

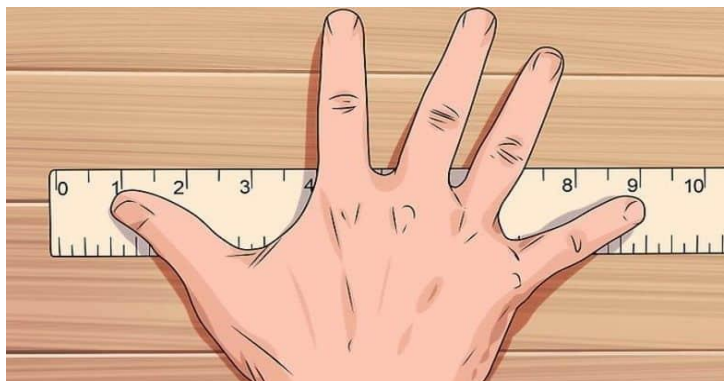
b) Velocidade, amor e aceleração.

c) Massa, velocidade e volume.

d) Felicidade, massa e tempo.

06) Observe a imagem abaixo:

Figura 7 - Medida do palmo



Fonte: pt.wikihow.com

d) Qual a unidade de medida deve ser usada para melhor expressar o tamanho do “palmo”?

cm - centímetro

e) Qual a o comprimento medido?

8 cm

f) Exprese esse valor em metros.

0,08 m

Unidade 2:

O objetivo desta aula é apresentar aos estudantes os conceitos fundamentais relacionados ao movimento uniforme, à determinação da velocidade média, e à construção de gráficos de posição e velocidade para esse tipo de movimento.

Para alcançar esse objetivo, será utilizado um experimento simples e de fácil execução, que permitiu demonstrar que, no movimento uniforme, um corpo percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais.

Durante a realização do experimento, os estudantes devem ser responsáveis por cronometrar o tempo que a bolha de ar levava para percorrer uma certa distância dentro de um tubo. No entanto, para garantir maior precisão nos resultados, foi necessário repetir o procedimento diversas vezes. Recomendo que, ao replicar essa

aula, utilize um cronômetro e designe um ou, no máximo, dois estudantes para realizar a medição do tempo. Acredito que essa abordagem proporcionará resultados mais consistentes.

MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME-MRU

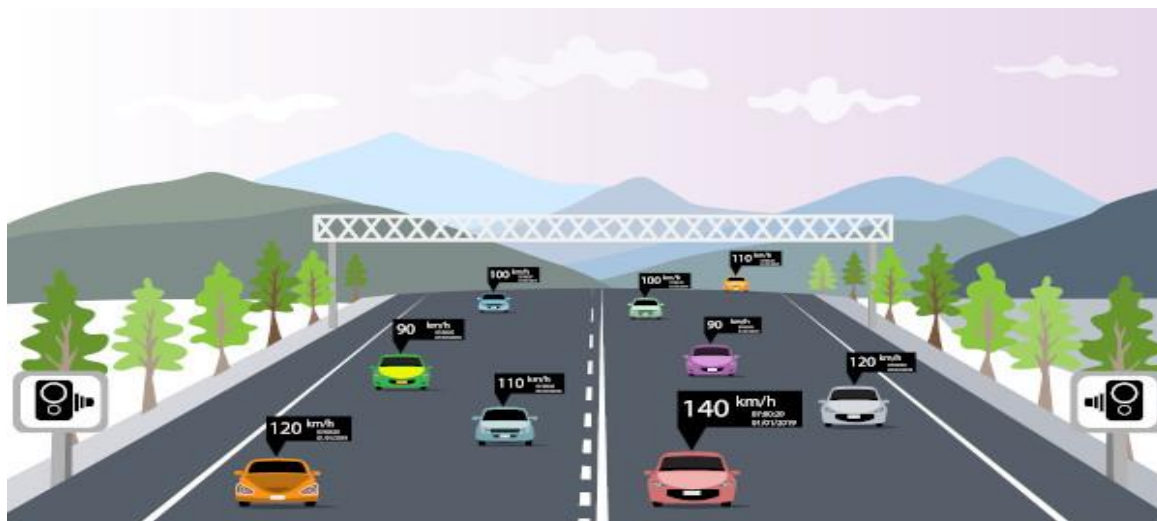
O movimento retilíneo uniforme é caracterizado por uma trajetória linear e uma velocidade constante, como mostrado na Figura 8, implicando que o valor da velocidade permanece inalterado ao longo do tempo.

Assim, ao calcularmos a velocidade média, obtemos, em módulo, o mesmo valor da velocidade instantânea, uma vez que, em intervalos de tempo iguais, o corpo percorre distâncias iguais.

O movimento uniforme pode ser classificado da seguinte forma:

- O movimento é classificado como progressivo quando a posição do corpo aumenta ao longo do tempo, isto é, a posição final é maior que a posição inicial e a velocidade é positiva.
- O movimento é classificado como retrógrado quando a posição do corpo diminui ao longo do tempo, isto é, a posição final é menor que a inicial e a velocidade é negativa.

Figura 8 - Carros em movimento com diferentes valores de velocidade



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/velocidade-media.htm>

A velocidade escalar média de um móvel é dada pela relação entre o espaço percorrido e a variação de tempo.

Objetivo:

- Analisar movimentos retilíneos;
- Construir gráficos S_y x t e V_y x t a partir de dados experimentais.

Materiais:

- Cano transparente;
- Caneta (marcador para retroprojeter)
- Óleo de soja;
- Esfera de aço;
- Imã;
- Fita métrica;
- Cronômetro
- Borracha

Procedimentos:

- Com o auxílio da fita métrica faça marcações no cano de 10 cm em 10 cm;
- Vede uma das extremidades do cano com a borracha e encha-o de óleo deixando um pequeno espaço vazio para formar uma bolha de ar.;

- Coloque a esfera dentro do cano;
- Vede a outra extremidade com a borracha;
- Posicione o cano na vertical e marque o tempo que a bolha de ar leva para chegar em cada posição marcada. Não esqueça de anotar os dados e repetir o experimento algumas vezes para ter resultados mais precisos.
- Com o auxílio do ímã, atraia a esfera de aço para a parte superior do cano e marque o tempo necessário para que a esfera desça passando por cada posição marcada.
- Discuta com os alunos os resultados obtidos e os auxilie no cálculo da velocidade média e na construção dos gráficos.

Figura 9 - Montagem do experimento



Fonte: Autoria própria, 2023

Seguem o Pré e Pós- teste que foram aplicados durante essa aula com as respectivas sugestões de resposta.

Pré-Teste 2:

01) O que é o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)?

O Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) é um conceito da física que descreve o movimento de um objeto ao longo de uma trajetória retilínea (ou seja, em linha reta) com velocidade constante.

02) Das imagens abaixo qual representa o movimento retilíneo?

a)

Figura 10. Carro em movimento em uma pista reta



b)

Figura 11. Carro em movimento em uma pista curva



Fonte: <https://rabiscodahistoria.com/movimento-retilineo-uniforme/>

03) A seguir temos um quadro onde são apresentados alguns dados sobre o movimento de um corpo. Podemos dizer que esse é um Movimento Retilíneo Uniforme? Porquê?

Quadro 2 - Dados relativos ao movimento de um corpo

Tempo	Posição	Velocidade
0 s	0 m	0 m/s
1 s	10 m	10 m/s
2 s	20 m	10 m/s
3 s	30 m	10 m/s
4 s	40 m	10 m/s

Fonte: <https://rabiscodahistoria.com/movimento-retilineo-uniforme/>

Podemos dizer que é um movimento uniforme, pois o corpo percorre espaços iguais em tempos iguais, ou seja, mantendo velocidade constante.

04) Como é feito o cálculo da velocidade média de um corpo em movimento?

O cálculo da velocidade média de um corpo em movimento é feito pela seguinte fórmula:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

onde:

V_m é a velocidade média em metros por segundo (m/s),

ΔS é a variação de distância em metros (m),

Δt é a variação de tempo em segundos (s).

05) Utilizando os dados da tabela da questão 3, faça os gráficos da posição em função do tempo e da velocidade em função do tempo.

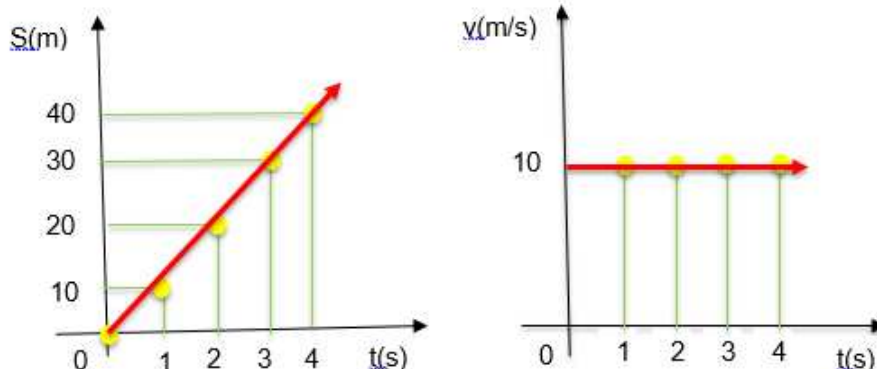
(0s, 0m)

(1s, 10m)

(2s, 20m)

(3s, 30m)

(4s, 40m)



Pós-Teste 2:

01) Sobre o movimento uniforme, analise as afirmações abaixo e coloque V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas:

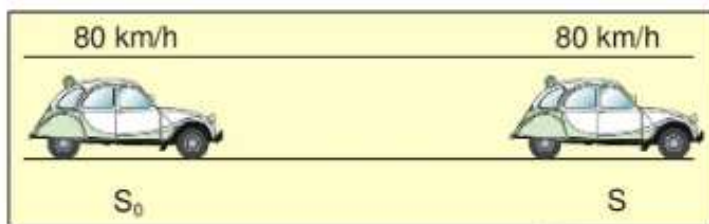
a) (V) a aceleração escalar é igual a zero;

b) (V) a velocidade escalar é constante e diferente de zero;

c) (V) quando o movimento é uniforme o gráfico velocidade-tempo é uma reta paralela ao eixo dos tempos.

02) Observe a imagem abaixo:

Figura 12 - Veículo em movimento



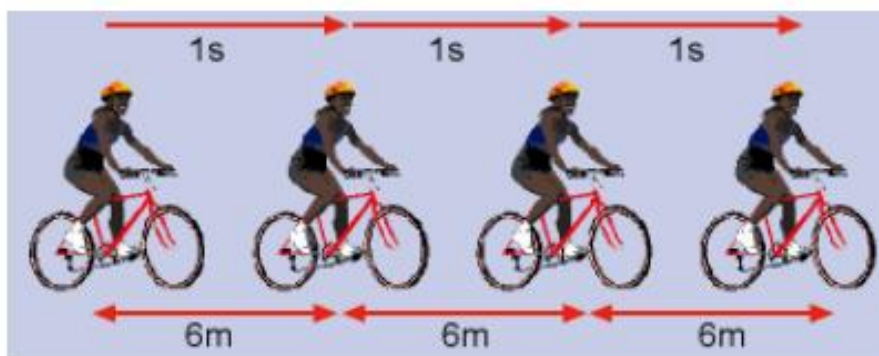
<https://pt.slideshare.net/razonetecontabil/exercicios-resolvidos-movimento-retilneo-uniforme>

O veículo está em movimento uniforme? Justifique.

Sim, pois a velocidade se mantém constante no decorrer do tempo.

03) Observe a imagem abaixo. Qual a velocidade com que a ciclista se movimenta?
O movimento é uniforme?

Figura 13 - Ciclista em movimento



<https://kipdf.com/movimento-uniforme-e-velocidade-media-apostila-3-capitulo-12-e-13-de-fisica>

6 m/s

Sim. O movimento é uniforme, pois são percorridos espaços iguais em tempo iguais.

04) O quadro abaixo apresenta as posições de um móvel em movimento uniforme no decorrer do tempo.

Quadro 3 - Dados relativos ao movimento de um móvel

t (s)	s (m)
0	0
2	6
5	15
9	27

<https://www.passeidireto.com/arquivo/101599720/lista-de-exercicio-mru>

Determine:

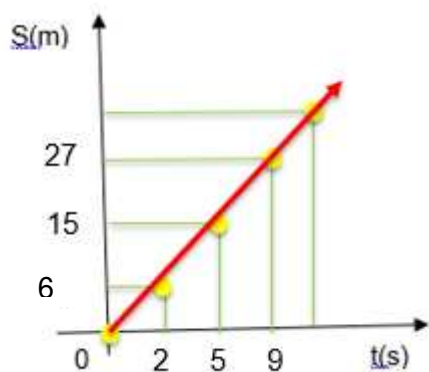
- d) A velocidade do móvel;

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

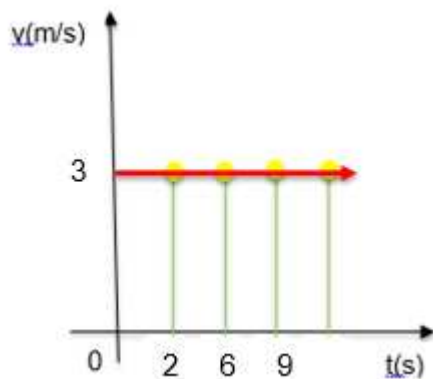
$$V_m = \frac{27}{9}$$

$$V_m = 3 \text{ m/s}$$

- e) Construa o gráfico Posição X tempo;



- f) Construa o gráfico Velocidade X tempo.



Unidade 3:

O principal objetivo desta aula é introduzir aos estudantes os conceitos teóricos básicos relacionados à energia cinética e à energia potencial gravitacional, bem como ao princípio de conservação de energia. Portanto, não abordaremos neste momento fórmulas ou cálculos relacionados a essas energias.

O experimento utilizado nesta unidade é simples, de fácil execução e compreensão. Ele permite que os alunos percebam de forma clara que, quanto mais alto o tubo é posicionado, maior é a velocidade com que a esfera desce e mais distante ela consegue deslocar o copo.

Nesta aula, optamos por explorar apenas os conceitos teóricos, pois entendemos que o trabalho com fórmulas e cálculos demandaria um tempo consideravelmente maior.

Para a aplicação em turmas da Educação de Jovens e Adultos (EJA) ou no ensino regular, acredito que esta aula possa servir como uma introdução eficaz ao estudo completo de energia.

ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL, ENERGIA CINÉTICA E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

Energia é a capacidade de um corpo de realizar trabalho, manifestando-se de diversas formas. Na mecânica, a energia se apresenta, fundamentalmente, em duas formas:

- Energia Cinética: Também conhecida como energia de movimento, é encontrada na água corrente, no vento em movimento, em veículos em deslocamento, etc.
- Energia Potencial: Também referida como energia de posição.

Nesta atividade, abordaremos a energia potencial gravitacional, que está associada à altura de um corpo em relação a um referencial específico.

A energia se conserva, o que significa que ela não pode ser criada nem destruída, mas apenas transformada de uma forma para outra, mantendo sua quantidade constante. Esse princípio é conhecido como conservação de energia e também será explorado nesta atividade.

Figura 14 - Usina hidrelétrica de Itaipu, maior usina hidrelétrica das Américas



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/usina-hidreletrica/>

Usina hidrelétrica- ambiente onde ocorrem várias transformações de energia até chegar na energia elétrica.

Objetivo:

- Introduzir o conceito de energia cinética e potencial gravitacional, assim como o de conservação de energia.

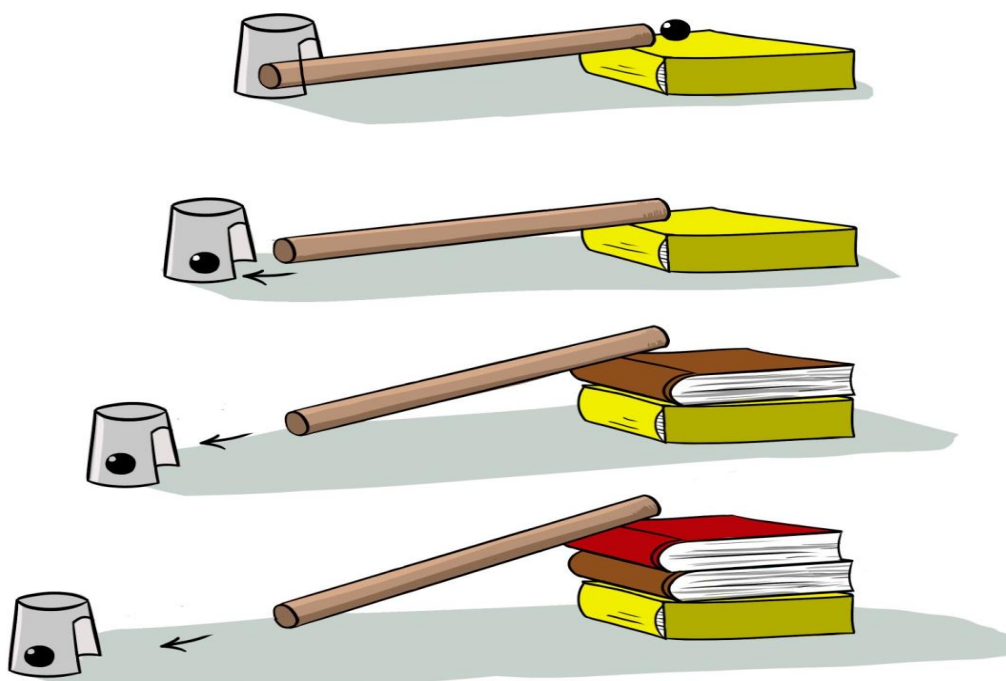
Materiais:

- Bolinha de gude
- Copo descartável
- Fita adesiva
- Cano PVC (30cm)
- Livros
- Régua

Procedimento:

- Corta-se o copo descartável fazendo uma “porta”, onde caiba com folga uma das extremidades do cano PVC.
- Apoiase uma das extremidades do cano sobre alguns livros e a outra introduz na abertura do copo.
- Abandona-se a bolinha de gude dentro do cano, posicionado a diferentes alturas e anota o deslocamento sofrido pelo copo a cada etapa.

Figura 15 - Ilustração do experimento sobre conservação da energia.



Fonte: Willian Costa

Questionar aos alunos sobre o que justificaria os diferentes deslocamentos sofridos pelo copo.

- Explicar que a energia potencial gravitacional é maior à medida que o corpo é suspenso e que ela é totalmente convertida em energia cinética quando a bolinha de gude entra em movimento. Essa energia é transferida ao copo, o que faz com que ele se desloque.

Seguem abaixo o Pré e Pós- teste que foram aplicados durante essa aula com as respectivas sugestões de resposta.

Pré -Teste 3:

01) O que é energia e para que ela é necessária?

A energia é uma propriedade física fundamental que está presente em todas as formas de matéria e em diversos fenômenos da natureza. Uma de suas definições é como a capacidade de realizar trabalho ou transferir calor de um sistema para outro. Ela é necessária para produzir eletricidade, para movimentar objetos, para aquecer corpos, dentre outras.

02) Você sabe como é produzida a energia elétrica que chega até a sua casa? Se sim, explique. (Resposta pessoal)

Sim. Nas usinas hidrelétricas, a energia é produzida a partir do movimento da água. Grandes barragens são construídas em rios, e a água represada é liberada para fluir através de turbinas, que acionam geradores elétricos.

03) Abaixo temos a imagem de uma usina hidrelétrica, quais as formas de energia podem ser identificadas na imagem?

Figura 16 - Usina hidrelétrica de Itaipu, maior usina hidrelétrica das Américas



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/usina-hidreletrica/>

Energia potencial gravitacional na água represada.

Energia cinética na água em movimento.

04) O que significa dizer que energia se conserva? Isso é mesmo possível?

Em termos simples, a conservação de energia significa que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada de uma forma para outra.

No mundo real, sempre há dissipação de energia devido a atritos, resistência do ar e outros processos irreversíveis.

05) A energia potencial gravitacional é uma forma de energia relacionada a posição do corpo em relação a um ponto de referencia. O que isso quer dizer?

Isso significa que a energia potencial gravitacional de um objeto depende da altura desse objeto acima do nível do ponto de referência.

Pós-Teste 3:

01) Observe a imagem abaixo. Em relação ao solo, em qual ponto a energia potencial gravitacional é máxima? E em qual ponto é mínima?

Figura 17. Menina descendo de um escorregador



Fonte: Adaptada de <https://br.freepik.com>

No ponto A , a energia potencial gravitacional é máxima.

No ponto B, a energia potencial gravitacional é mínima ou, aproximadamente 0.

02) A imagem abaixo mostra, em corte, parte da produção de energia elétrica em uma usina hidrelétrica.

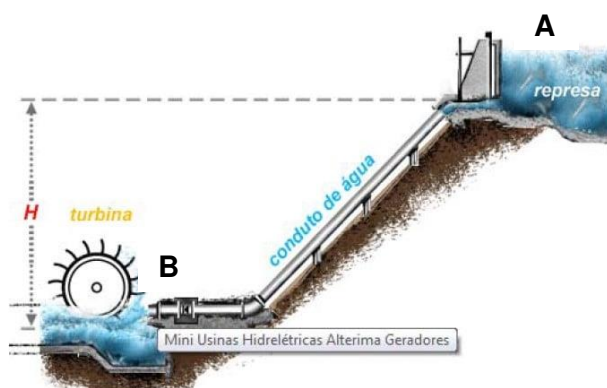
a) Explique quais as formas de energia são observadas nos pontos A e B.

Em A, temos energia potencial gravitacional e em B temos energia cinética.

b) Como ocorre a transformação de energia entre os pontos A e B.

A energia potencial gravitacional armazenada em A é convertida em energia cinética ao movimentar as turbinas em B.

Figura 18 - Em corte, parte da produção de energia elétrica em uma usina hidrelétrica



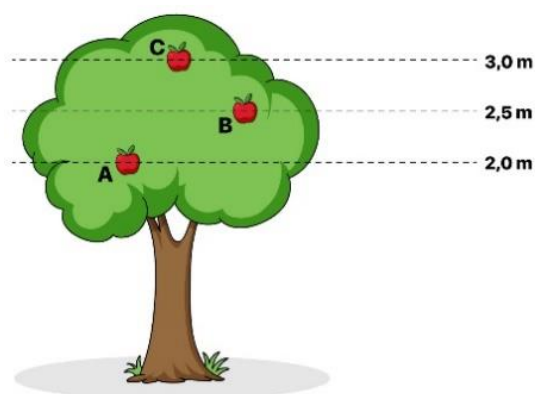
Fonte: <https://cursoenemgratuito.com.br/simulado-de-potencia>

03) A energia existe em grande quantidade no universo, não aumentando nem diminuindo, mas passando por inúmeras transformações. Relacione corretamente as colunas, indicando a transformação de energia que está ocorrendo em cada exemplo.

- | | |
|--|--|
| (1) O movimento das rodas de uma bicicleta acionando uma lâmpada. | (2) Transformação de energia luminosa em energia química. |
| (2) Plantas utilizando a energia luminosa do Sol para realizar a fotossíntese. | (3) Transformação de energia térmica em energia mecânica. |
| (3) A movimentação de uma locomotiva pela queima de lenha (madeira). | (1) Transformação de energia mecânica em energia elétrica. |

04)

Figura 19 - Ilustração de maçãs em uma macieira



Fonte: <https://blog.professorferretto.com.br>

Considere que as maçãs ilustradas ao lado possuem todas a mesma massa. Qual delas possui maior energia potencial gravitacional?

Justifique.

Em relação ao solo, a maçã C tem maior energia potencial gravitacional, pois está no ponto mais alto.

Unidade 4:

O objetivo desta aula é demonstrar aos estudantes como ocorre a dilatação térmica dos sólidos, com ênfase na dilatação superficial. Embora tenhamos dado maior atenção a este tipo de dilatação, também discutimos brevemente outras formas,

como a dilatação linear e volumétrica, além da dilatação dos líquidos, de maneira mais sucinta.

A abordagem experimental mostrou-se bastante eficaz para a compreensão dos estudantes, que conseguiram relacionar os conceitos discutidos com situações do cotidiano.

Nesta aula, não abordamos fórmulas ou cálculos, mas discutimos o coeficiente de dilatação, uma característica essencial para determinar a capacidade de um material de se dilatar. Realizamos comparações entre diferentes materiais, incentivando os estudantes a refletirem sobre quais teriam maior capacidade de dilatação.

Compreender esses conceitos antes de se introduzir a parte de cálculos pode ser uma estratégia interessante para construir um conhecimento mais completo sobre o tema.

DILATAÇÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS – DILATAÇÃO SUPERFICIAL

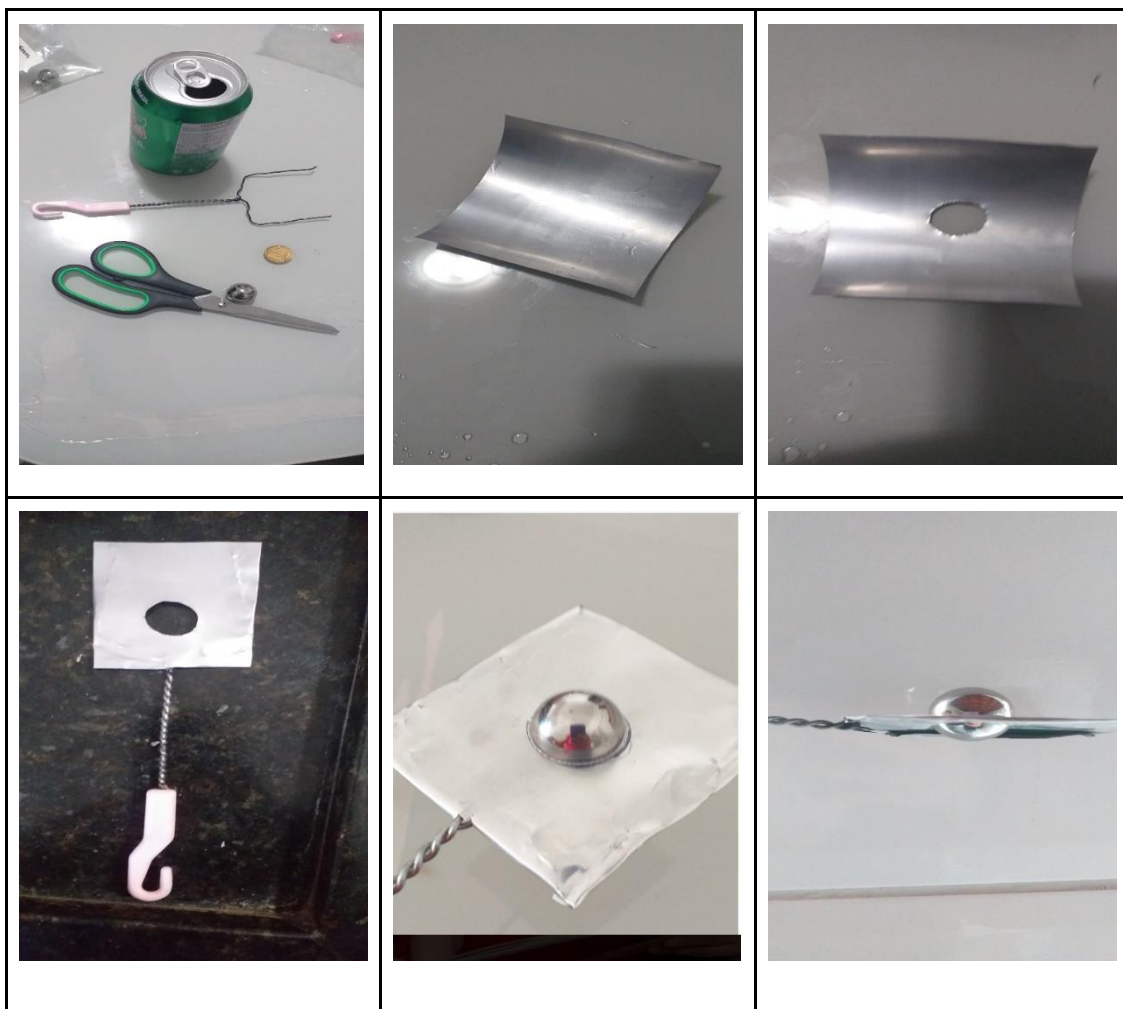
A expansão de um corpo sólido em resposta ao aumento de temperatura é denominada dilatação térmica.

A dilatação pode ocorrer em três dimensões: comprimento, largura e altura.

A dilatação de um sólido devido ao aumento de temperatura ocorre porque, com o incremento da energia térmica, os átomos e moléculas que constituem o corpo vibram com maior intensidade, afastando-se de suas posições de equilíbrio originais. Esse afastamento resulta na expansão do sólido em todas as dimensões.

Nesta atividade, abordaremos a dilatação superficial, onde a área do sólido se expande em resposta ao aumento de temperatura.

Figura 20 - Aparato experimental para demonstração da dilatação superficial



Fonte: Autoria própria, 2023

Objetivo:

- Demonstrar a dilatação superficial,
- Relacionar a dilatação dos sólidos com situações comuns do dia a dia.

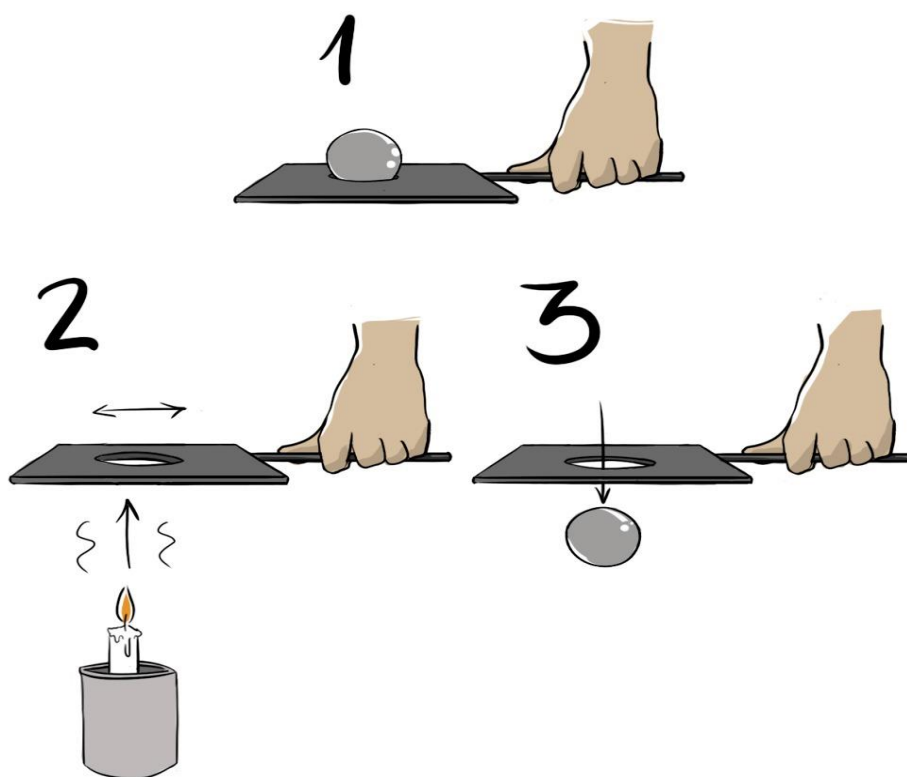
Materiais:

- Chapa de alumínio;
- Esfera de aço;
- Fogareiro ou velas
- Arame
- Cabo de madeira ou plástico

Procedimento:

- Com um material adequado, faça um furo na chapa de alumínio com diâmetro um pouco menor que o da esfera de aço,
- Prenda a chapa no arame e incorpore um cabo de madeira ou plástico para evitar troca de calor entre o aparato e a mão durante o procedimento;
- Mostre para os alunos que a esfera não passa pelo orifício da chapa.
- Acenda o fogareiro e aqueça a chapa por alguns instantes;
- Com a chapa quente tente fazer com que a esfera passe pelo orifício da chapa.
- Pergunte aos alunos se eles esperavam que acontecesse o que foi observado;
- Aproveite para falar de como a dilatação está presente no nosso cotidiano e de medidas que são adotadas para evitar que ela cause danos. Como por exemplo, deixando espaço entre uma cerâmica e outra na hora da instalação.

Figura 21 - Execução do experimento sobre dilatação superficial.



Fonte: Willian Costa

Seguem o Pré e Pós- teste que foram aplicados durante essa aula com as respectivas sugestões de resposta.

Pré - Teste 4:

01) O que quer dizer dilatar?

"Dilatar" significa aumentar o tamanho, o volume, a área ou a extensão de algo. É um termo usado para descrever a expansão de um material quando é exposto a temperaturas mais elevadas. A dilatação térmica é um fenômeno comum que ocorre em muitos materiais quando eles são aquecidos e se expandem, e se contraem quando são resfriados.

02) As cerâmicas quando colocadas no chão, são colocadas a uma pequena distância uma da outra. Qual a necessidade desse espaço entre elas?

Quando as cerâmicas são expostas a variações de temperatura, como aquelas que ocorrem ao longo do dia e das estações do ano, elas podem se expandir e contrair. Se as cerâmicas estivessem dispostas muito próximas umas das outras, não haveria espaço para essa expansão. Isso poderia resultar em tensões e rachaduras nas cerâmicas, danificando o revestimento ou o piso.

03) Em dias muito quentes é comum que portas e portões de metal fiquem "agarrando", durante o processo de abrir e fechar, porquê isso acontece?

Esse fenômeno ocorre devido à dilatação térmica dos materiais, especificamente do metal. Em dias muito quentes, a temperatura ambiente aumenta e, como resultado, a temperatura do metal também aumenta. Quando o metal é aquecido, suas partículas se expandem, fazendo com que ele aumente de tamanho. Esse aumento no tamanho do metal pode causar a deformação das peças, como portas e portões, e, conseqüentemente, torná-las mais difíceis de abrir e fechar.

04) Na imagem abaixo temos dois copos agarrados um no outro, acontecimento comum no nosso dia a dia. Indique uma maneira de separar os copos sem que eles se quebrem.

Figura 22 - Copos “agarrados”



Fonte: <https://pt.wikihow.com/Separar-Copos-Entalados>

Uma maneira de separar os copos sem quebrá-los quando eles estão presos um ao outro é usando uma mudança na temperatura. Você pode encher um dos copos(o de dentro) com água gelada ou mergulhar o copo de fora na água quente.

Os coeficientes de dilatação dos dois copos é o mesmo, por isso, há a necessidade de resfriar ou aquecer um dos copos sem afetar o outro.

Pós-Teste 4:

01) Observe a imagem a baixo:

Figura 23 - Demonstração de um processo de dilatação



Fonte: <http://bamboochafisica.blogspot.com/>

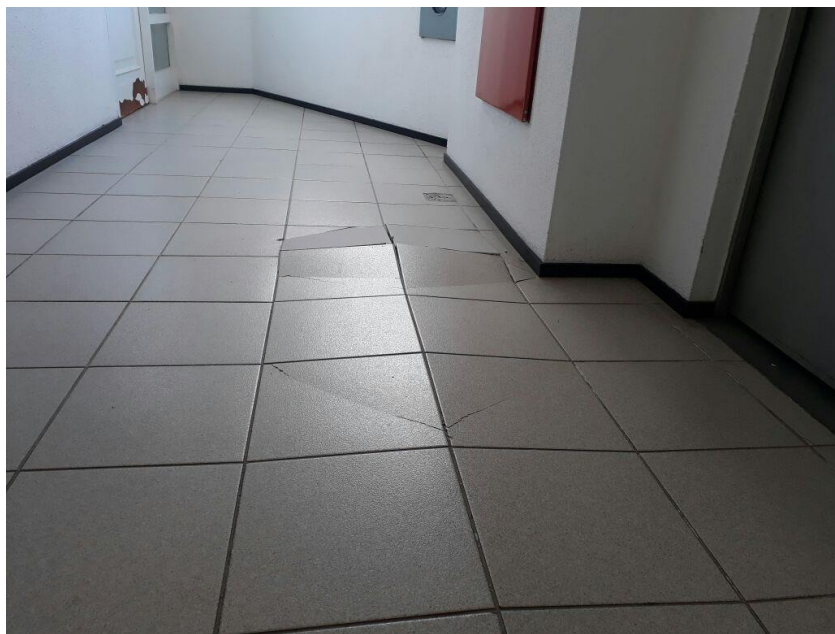
Qual o procedimento usado para soltar a porca do parafuso?

A porca foi aquecida, isso fez com que ela se dilatasse e conseqüentemente soltasse mais fácil do parafuso.

Os coeficientes de dilatação da porca é igual ao do parafuso, por isso, há a necessidade de aquecer a porca sem afetar o parafuso..

02) Depois de certo tempo de acentada, a cerâmica de uma residência começou a levantar, provocando rachaduras. Veja a imagem:

Figura 25 - Cerâmicas estufadas e quebradas



Fonte:<http://lawtonparente.blogspot.com/>

Como você explicaria o ocorrido ao dono da residência?

O levantamento e as rachaduras na cerâmica de uma residência, como mostrado na imagem, podem ser explicados pelo fenômeno da dilatação térmica causada pela elevação de temperatura. Esses danos podem ser amenizados fazendo a instalação adequada, incluindo o uso de espaçadores e a consideração das condições climáticas locais.

03) Deseja-se passar uma esfera metálica através de um orifício localizado no centro de uma chapa metálica quadrada. O diâmetro da esfera é levemente maior que o diâmetro do furo. Para conseguir esse objetivo, o procedimento CORRETO é:

- a) aquecer igualmente a esfera e a chapa.
- b) resfriar apenas a chapa.
- c) resfriar igualmente a esfera e a chapa.
- d) aquecer a chapa**

Unidade 5:

Durante esta aula, embora tenha sido feita uma introdução geral aos processos de eletrização, o foco principal é a eletrização por atrito. O objetivo central é que os estudantes compreendam o mecanismo de transferência de elétrons entre materiais e o comportamento das cargas elétricas resultantes após o processo de eletrização.

É fundamental promover a participação ativa dos alunos, distribuindo materiais para que realizem experimentos práticos. Essa abordagem facilita a observação direta dos fenômenos envolvidos e reforça o aprendizado.

Além disso, o uso de simuladores para ilustrar a transferência de elétrons proporciona uma visualização mais clara dos processos, complementando a prática experimental e contribuindo significativamente para a compreensão do conteúdo teórico.

ELETRIZAÇÃO POR ATRITO

O átomo pode experimentar uma única modificação sem que ocorram reações com alta liberação ou absorção de energia: a perda ou ganho de elétrons.

Um corpo é considerado "neutro" quando tem igual número de prótons e elétrons, resultando em uma carga elétrica nula.

Caso haja um desequilíbrio entre a quantidade de prótons e elétrons, o corpo está eletrizado. Quando um corpo perde elétrons, ele fica com um maior número de cargas positivas, sendo então eletrizado positivamente.

Se um corpo ganha elétrons, ele passa a ter um número maior de cargas negativas, tornando-se eletrizado negativamente.

Esse processo de eletrização pode ocorrer de três formas: por contato, por atrito ou por indução. Nesta atividade, demonstraremos o processo de eletrização por atrito.

Figura 26 - Garfield se eletrizando nas pernas de seu dono



Fonte: DAVIS, J. Disponível em: <http://garfield.com>. Acesso em: 10 fev. 2023.

Transferência de elétrons por atrito:

Objetivo:

- Eletrizar corpos por atrito;
- Mostrar que as cargas adquiridas no processo de eletrização por atrito dependem do material de que o corpo é constituído;
- Identificar o sinal das cargas adquiridas pelos corpos eletrizados.

Materiais:


- Canudinho de plástico;
- Balão de festa;
- Copo descartável;
- Papel toalha;
- Computador (simulador Phet).

Procedimento:

- Mostre para os alunos que todos os objetos estão eletricamente neutros.
- Atrite o canudinho com o papel toalha e mostre que ele pode ficar grudado no quadro.

- Atrite e balão com o papel toalha e mostre que ele consegue atrair outros objetos.
- Explique aos alunos que em ambos os casos houve transferência de elétrons de um corpo para outro e, portanto, ficaram eletrizados. Por esse motivo, podem atrair corpos neutros ou interagir com outros corpos também eletrizados.
- Explique que para saber qual a carga adquirida por cada corpo deve-se analisar qual dos corpos tem mais facilidade para perder e para ganhar elétrons. Essa análise pode ser feita através de uma tabela denominada “ Série tribo elétrica”.
- Mostre no simulador como ocorrem essas transferências de carga.
- Identifique qual a carga adquirida pelo canudinho, pelo balão e pelo papel toalha durante os processos.
- Fale sobre os processos de eletrização por atrito que acontecem no nosso dia a dia.

Quadro 4 - Série tribo elétrica

+	Material	Tendência a ganhar/perder elétrons
	Vidro	Perde elétrons (eletrizado positivamente)
	Mica	
	Nylon	
	Lã	
	Pele de coelho	
	Pele	
	Algodão	
	Aço	
	Âmbar	
	Papel	
	Madeira	
	Borracha de silicone	
	Polietileno	
	PVC (Policloreto de Vinila)	
	Poliéster	
	-	Teflon

Fonte: autoria própria, 2023

Figura 27 - Imagem da simulação no Phet



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_all.html?locale=pt_BR

Seguem o Pré e Pós- teste que foram aplicados durante essa aula com as respectivas sugestões de resposta.

Pré-Teste 5:

01) Você sabe o que é eletrizar um corpo?

Sim, eletrizar um corpo significa dar a ele uma carga elétrica, o que pode ser feito de duas maneiras principais: adicionando ou removendo elétrons do corpo. Isso resulta em um desequilíbrio entre prótons (que têm carga positiva) e elétrons (que têm carga negativa) no corpo, tornando-o eletricamente carregado.

02) Há três formas de eletrizar um corpo, você sabe quais são elas?

Eletrização por atrito: Este processo envolve a fricção de dois objetos, resultando na transferência de elétrons de um para o outro. Um objeto ganha elétrons (tornando-se negativamente carregado), enquanto o outro perde elétrons (tornando-se positivamente carregado).

Eletrização por contato: Neste processo, um corpo eletricamente carregado entra em contato com um corpo neutro (sem carga elétrica). Os elétrons fluem entre os dois corpos até que eles atinjam o equilíbrio de cargas elétricas.

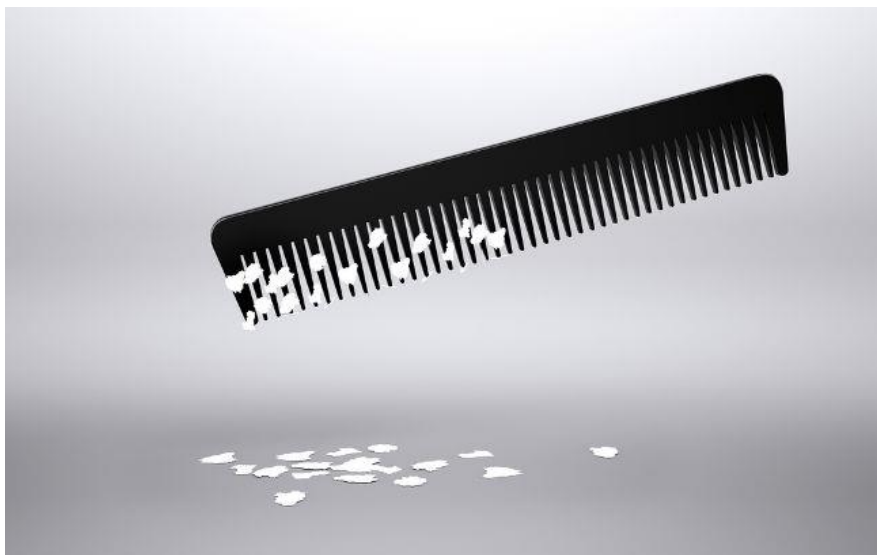
Eletrização por indução: Isso ocorre quando um objeto eletricamente carregado é colocado próximo a um objeto neutro, causando uma redistribuição temporária de cargas elétricas no objeto neutro, sem que haja contato direto entre eles.

03) No processo de eletrização por atrito, como ficam eletrizados os corpos envolvidos?

Um objeto ganha elétrons (tornando-se negativamente carregado), enquanto o outro perde elétrons (tornando-se positivamente carregado).

04) Se você passar um pente por várias vezes no cabelo e depois aproximá-lo de pequenos pedaços de papel, pode acontecer algo parecido com o que mostra a imagem abaixo.

Figura 28 - Pedacos de papel atraídos por um pente



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/processo-eletrizacao.htm>

O que acontece com o pente e os pedacinhos de papel? Explique.

O fenômeno observado é conhecido como eletrização por atrito. Isso ocorre porque, durante o ato de passar o pente no cabelo, elétrons são transferidos do cabelo para o pente, deixando o pente com uma carga elétrica negativa. Quando o pente eletrizado se aproxima dos pedaços de papel, que são inicialmente neutros, ocorre uma atração entre as cargas elétricas opostas.

Pós-Teste 5:

01) Como funciona a eletrização por atrito? Dê um exemplo.

No processo de eletrização por atrito, dois corpos inicialmente neutros (ou seja, sem carga elétrica) são atritados um contra o outro. Durante esse atrito, elétrons são transferidos entre os dois corpos, resultando em uma redistribuição de cargas elétricas.

Exemplo: Ao esfregar um canudinho no cabelo ocorre a eletrização por atrito.

02) Por que os objetos eletrizados atraem ou repelem uns aos outros?

a atração ou repulsão entre objetos eletrizados ocorre devido às interações das cargas elétricas presentes nesses objetos, que geram campos elétricos que afetam outros objetos próximos.

Corpos eletrizados com cargas de sinais contrários se atraem e corpos eletrizados com cargas de mesmo sinal se repelem.

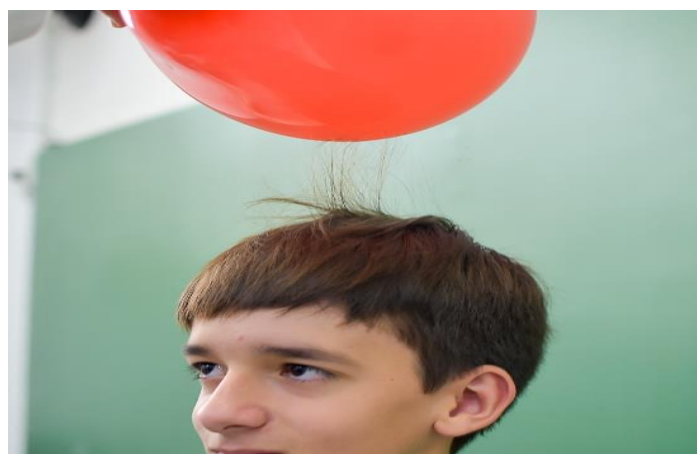
Figura 29 - Pedacos de papel atraídos por um pente



Fonte :<https://app.planejativo.com/questao/880/fisica-carga-eletrica>

03) Por que os cabelos podem ficar eriçados quando alguém esfrega um balão neles?

Figura 30 - Balão atraindo fios de cabelo



Fonte: <https://colegiobeneditino.com.br/5o-ano-eletricidade-estatica/>

Quando esfregamos o balão nos cabelos, há um atrito entre o balão e os fios de cabelo. Esse atrito faz com que elétrons sejam transferidos entre o balão e os cabelos. O resultado é o cabelo em pé, como se estivesse "arrepinado".

04) O que é um condutor elétrico e um isolante elétrico? Dê exemplos de cada um.

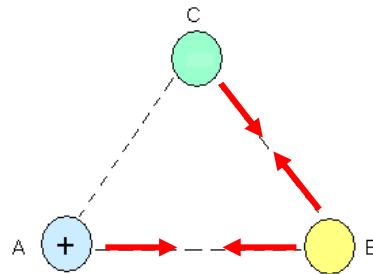
Um condutor elétrico é um material que permite a livre passagem de cargas elétricas, como elétrons.

Exemplo: Metais, como cobre, alumínio, ferro e prata.

Um isolante elétrico é um material que não permite o fluxo livre de cargas elétricas, ou seja, ele impede a passagem de elétrons.

Exemplo: Borracha, Plásticos, Vidro, Madeira.

05) Analisando o esquema a seguir, indique quais os sinais das cargas B e C..



Teste final

Este teste abrange todos os conteúdos discutidos nas aulas anteriores. Se você, assim como eu, seguiu a sequência completa das atividades, poderá utilizar esta avaliação como uma ferramenta para verificar o conhecimento adquirido pelos estudantes ao longo do curso.

01) Qual é a unidade SI (Sistema Internacional de Unidades) para a velocidade?

- a) Metros por segundo (m/s)
- b) Quilogramas (kg)
- c) Joules (J)
- d) Watts (W)

02) O que caracteriza o movimento retilíneo uniforme (MRU)?

- a) A velocidade varia constantemente com o tempo.
- b) A velocidade é constante e não varia com o tempo.
- c) A espaço é constante e não varia com o tempo.
- d) A posição varia de forma irregular com o tempo.

03) A energia cinética de um objeto depende de quais das seguintes variáveis?

- a) Altura
- b) Massa e velocidade
- c) Gravidade
- d) Temperatura

04) Qual é a unidade SI (Sistema Internacional) de energia cinética?

- a) Joules (J)
- b) Watts (W)
- c) Newtons (N)
- d) Pascal (Pa)

05) A energia potencial gravitacional de um objeto depende de:

- a) Sua velocidade
- b) Sua aceleração

- c) Sua massa e altura em relação a um ponto de referência
- d) Sua densidade

06) Qual das seguintes afirmações sobre a energia potencial gravitacional está correta?

- a) A energia potencial gravitacional aumenta à medida que a altura em relação a um ponto de referência aumenta.
- b) A energia potencial gravitacional é diretamente proporcional à velocidade do objeto.
- c) A energia potencial gravitacional é igual à energia cinética do objeto.
- d) A energia potencial gravitacional é constante, independentemente da altura.

07) O que é uma dilatação térmica?

- a) A expansão de um sólido apenas,
- b) A expansão de um líquido apenas,
- c) A expansão de um gás apenas,
- d) A expansão de qualquer tipo de matéria devido ao aumento de temperatura.

08) Quais dos seguintes materiais tendem a se expandir mais significativamente quando aquecidos?

- a) Metais
- b) Vidro
- c) Madeira
- d) Borracha

09) Quando um objeto é resfriado, o que geralmente acontece com suas dimensões?

- a) Ele se contrai.
- b) Ele se expande.
- c) Não sofre alterações.
- d) Aumento de forma irregular.

10) Quando dois objetos com cargas elétricas iguais se aproximam, o que acontece com as forças entre eles?

- a) Elas se atraem.
- b) Elas se repelem.

- c) Elas permaneceram inalteradas.
- d) Elas dependem do tamanho dos objetos.

11) Quando um objeto perde elétrons, ele se torna:

- a) Carregado positivamente.
- b) Carregado negativamente.
- c) Neutro.
- d) Um ímã.

12) Qual dos seguintes processos envolve a fricção entre dois objetos, resultando na transferência de elétrons de um para o outro?

- a) Condução
- b) Indução
- c) Eletrização por atrito
- d) Eletrização por contato

REFERÊNCIAS

AMORIM, A., Dilatação superficial (dilatação térmica), 20 de jun. de 2013. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=FpF_Xx5Gwuw. Acessado em: 20/04/2023.

BONJORNO, R. A.; BONJORNO, J. R.; BONJORNO, V.; CLINTON, M. R.. **Física fundamental**, Volume único- São Paulo: FTD, 2001

CERQUEIRA F. E. M., **Atividades experimentais para ensinar Física**, Laboratórios educacionais francklin Ltda; Itaúna- MG, 2004

Física Universitária, Tema 02 - Conceitos Cinemáticos | Experimentos - Movimento retilíneo uniforme, 26 de set. de 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OjP8bPaadEM>. Acessado em: 18/04/2023

MARQUES D., **Um cabo de guerra eletrostático**, Canal do Educador. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/um-cabo-guerra-eletrostatico.htm>. Acessado em: 20/04/2023

Projeto Experimentos de Física com Materiais do Dia-a-Dia, UNESP- Faculdade de ciências. Disponível em: <https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec33.htm>. Acessado em: 18/04/2023

Professor Boaro, Esfera que "cresce" no fogo - experiência de física - dilatação térmica, 18 de mar. de 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9ETIFtspCTI>. Acessado em 20/04/2023.