

UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR O CONCEITO DE CENTRO DE MASSA CONSIDERANDO A PROBLEMATIZAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO DE BAIXO CUSTO

A PROPOSAL TO WORK ON THE CONCEPT OF CENTER OF MASS CONSIDERING PROBLEMATIZATION AND LOW-COST EXPERIMENTATION

Eduardo Henrique Silva Melo¹ 

Josias Pimentel de Abreu² 

José Fernandes de Sousa³ 

Alexsandro Silvestre da Rocha⁴ 

Cláudia Adriana da Silva⁵ 

Resumo

Este trabalho apresenta uma proposta didática para o ensino do conceito de Centro de Massa, desenvolvida com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Palmas, Tocantins. A pesquisa, de abordagem qualitativa, fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa, considerando a importância dos conhecimentos prévios dos estudantes para a construção de novos significados. A intervenção pedagógica foi organizada em uma sequência didática que compreendeu uma avaliação diagnóstica, a discussão de situações ilustrativas relacionadas à inclinação de corpos e a realização de experimentos de baixo custo, envolvendo uma torre inclinada de PVC e um triângulo equilíbrista. A análise das respostas dos estudantes permitiu identificar concepções iniciais sobre equilíbrio e Centro de Massa, bem como indícios de ampliação da compreensão conceitual após as atividades desenvolvidas. Os resultados evidenciam o potencial pedagógico da articulação entre conhecimentos prévios, explicações teóricas e experimentação didática para o ensino de Física, embora não permitam, isoladamente, comprovar a ocorrência de aprendizagem significativa em sentido estrito.

Palavras-chave: Centro de Massa. Problematização. Experimentação. Ensino de Física. Aprendizagem.

Abstract

This paper presents a pedagogical proposal for teaching the concept of Center of Mass, developed with 9th-grade elementary school students at a public school in Palmas, Tocantins. Grounded in Meaningful Learning Theory, this qualitative study considers the importance of students' prior knowledge in constructing new meanings. The pedagogical intervention was organized into a didactic sequence that comprised a diagnostic assessment, the discussion of illustrative situations related to the tilting of bodies, and the execution of low-cost experiments involving a PVC leaning tower and a balancing triangle. The analysis of the students' responses allowed for the identification of their initial conceptions regarding equilibrium and Center of Mass, as well as indications of an expanded conceptual understanding following the activities. The results highlight the pedagogical potential of articulating prior knowledge, theoretical explanations, and didactic experimentation for Physics teaching, although they do not, in isolation, prove the occurrence of meaningful learning in a strict sense.

Keywords: Center of Mass. Problematization. Experimentation. Physics Teaching. Learning.

¹ Universidade do Norte do Tocantins (UFNT) - <https://lattes.cnpq.br/0106887104328307> - <https://orcid.org/0009-0000-9056-3875> - eduardo.melo@ufnt.edu.br

² Universidade do Norte do Tocantins (UFNT) - <http://lattes.cnpq.br/2952486734599092> - <https://orcid.org/0009-0006-2998-878X> - josias_05@mail.uft.edu.br

³ Secretaria Municipal de Ensino de Palmas (SEMED) - <http://lattes.cnpq.br/9335816112964279> - <https://orcid.org/0009-0004-7399-8876> - prof.zezim@outlook.com.br

⁴ Universidade do Norte do Tocantins (UFNT) - <http://lattes.cnpq.br/1381196145720886> - <https://orcid.org/0000-0002-9469-6082> - alexandro.rocha@ufnt.edu.br

⁵ Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - <http://lattes.cnpq.br/3429174536423779> - <https://orcid.org/0000-0003-1666-3864> - claudia.adriana@uffs.edu.br

1 – Introdução

O ensino de Física constitui um desafio constante para docentes e discentes. A complexidade dos conceitos e sua estreita relação com a Matemática têm desafiado, há décadas, as práticas tradicionais de ensino. Nesse contexto, diferentes propostas metodológicas vêm sendo apresentadas e discutidas, entre as quais se destacam a experimentação e a problematização (WESENDONK; TERRAZZAN, 2016; SILVA et al., 2017; FERREIRA, 2023).

É amplamente reconhecido pela comunidade educacional que uma parcela significativa das escolas brasileiras enfrenta uma severa escassez de infraestrutura laboratorial (SILVA, J. et al., 2021). Essa carência estrutural limita diretamente a atuação pedagógica, privando o professor de recursos práticos essenciais para demonstrar, investigar e comprovar conceitos, leis e teorias científicas em sala de aula. Estudos destacam que experimentos acessíveis, quando articulados aos objetivos de aprendizagem, podem favorecer a participação dos estudantes e a conexão entre teoria e prática (FREITAS; TEIXEIRA, 2022; SANTOS, 2022; MIRANDA FILHO et al., 2023; BALDOW et al., 2024; SOARES, 2025).

Por ser uma ciência ampla, a Física subdivide-se em múltiplos conteúdos, dos quais alguns negligenciados comprometem a aprendizagem esperada. Um dos conceitos que merece destaque é o Centro de Massa (CM), pois é fundamental na mecânica dos corpos (ASSIS; RAVANELLI, 2008) e se for aprendido de forma significativa, será uma base cognitiva para novos aprendizados (MOREIRA, 2010).

A otimização do tempo pedagógico exige que o professor cumpra a carga programática garantindo, ao mesmo tempo, que os alunos absorvam o conteúdo de forma significativa (FREITAS; TEIXEIRA, 2022). Diante de aulas limitadas e distrações crescentes, o docente deixa de ser um mero transmissor para se tornar um facilitador. Esse processo requer a troca da memorização mecânica por práticas que conectem a teoria à realidade dos estudantes. O conceito de CM precisa ser adequadamente compreendido, expondo sua importância e exemplos de aplicação. Para auxiliar o construto deste aprendizado, a experimentação em conjunto com a problematização poderá ser uma forte aliada nesse processo (ASSIS; RAVANELLI, 2008). Diante da escassez de laboratórios escolares, a construção de experimentos de baixo custo, articulada a situações-problema, constitui uma estratégia pedagógica que confere potencial significativo à aprendizagem.

Considerando os problemas do sistema escolar e a necessidade de uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem, questionamos se intervenções metodológicas de experimentação de baixo custo aliadas a problematização poderiam contribuir para uma aprendizagem significativa. Então busca-se uma proposta de experimento de baixo custo contemplando situações-problema planejada em uma

sequência didática, visando incentivar a experimentação como maneiras de contornarem algumas das falhas sistêmicas da educação no contexto escolar do ensino fundamental e médio.

2 – Referencial Teórico

2.1 – Aprendizagem Significativa

A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel embasa-se na ideia de aprendizagem por significados (conceitos), que busca trabalhar o conhecimento já existente do indivíduo, a fim de inserir esse conhecimento no processo de ensino e aprendizagem.

Ao trazer essa teoria para o ensino de Física, é válido pautar questões não só teóricas, mas práticas de forma que o aluno possa desenvolver melhor as habilidades propostas pelo professor em sala de aula (FREITAS; TEIXEIRA, 2022; MEDEIROS JUNIOR; NASCIMENTO, 2025). Dessa forma, trabalhar a Física em sala de aula exige do professor, muitas vezes, desenvolvimento de experimentação a fim de tornar a aula mais agradável e significativa. Partindo desse princípio, vale ressaltar que a aprendizagem significativa usa de conhecimentos novos e pré-existentes, tornando essas novas temáticas mais expressivas e agregando novos sentidos aos elementos pré-existentes, sendo essa interação não-litera e não-arbitrária (MOREIRA, 2010).

Dessa forma, a teoria de aprendizagem de Ausubel busca aprimorar nos alunos os estudos já existentes e torná-los significativos, pois na Física, não basta apenas aplicar todo o conteúdo em sala de aula, o professor deve trabalhar formas para que os temas sejam mais relevantes aos alunos (FERREIRA, 2023; SILVA, 2024). Sendo assim, não se devem estudar em sala de aula as leis da natureza apenas com fins informativos, mas trazer um novo conhecimento ou aprimorar o conceito já existente em cada aluno.

Assim, o estudo do Centro de Massa permite explorar situações cotidianas cuja fundamentação física os alunos desconhecem. A torre de Pisa, por exemplo, é bastante conhecida, porém na maioria das vezes o entendimento físico citado não é conhecido. Portanto, com as novas abordagens sobre os assuntos estudados envolvendo a Física, resultará em novas interações com as atuais proposições físicas, agregando significado sobre os temas abordados (FREITAS; TEIXEIRA, 2022; MEDEIROS JUNIOR; NASCIMENTO, 2025).

2.2 – Experimentação e Problematização no Ensino de Física

Em um trabalho basilar, Araújo e Abib (2003) caracterizaram as investigações sobre utilização da experimentação no ensino de Física demonstrando a importância desta para uma aprendizagem significativa, e ainda apresentando os diferentes enfoques e finalidades, tais como: ênfase matemática

(quantitativa ou qualitativa), grau de direcionamento (demonstração, verificação ou investigação), uso de novas tecnologias, relações com o cotidiano e montagem de equipamentos.

Wesendonk e Terrazzan (2016) caracterizaram os focos de estudo em experimentação no ensino de Física em âmbito nacional, e constataram que o quantitativo de pesquisas nesta área é considerado. Os autores também apresentam que as conclusões relacionadas aos trabalhos, que ainda são bastante reservadas, não tendo confirmações muito claras do impacto da experimentação no processo de aprendizagem.

Pesquisas recentes sobre o ensino de Física apontam que experimentos de baixo custo e atividades colaborativas podem ampliar as oportunidades de investigação, formulação de hipóteses e discussão dos resultados em contextos escolares com recursos limitados (MIRANDA FILHO et al., 2023; BALDOW et al., 2024; MEDEIROS JUNIOR; NASCIMENTO, 2025). Embora esses estudos não tratem especificamente do CM, seus resultados sustentam a pertinência pedagógica de planejar experiências acessíveis, contextualizadas e articuladas a questões orientadoras.

A importância da experimentação no ensino de Física já é conhecida e incentivada, pesquisadores também trazem ideias de experimentos alternativos que podem ser construídos em ambientes não estruturados. Silva et al., (2012) contribui apresentando uma proposta de um equipamento de ótica geométrica que explora as demonstrações relacionadas à lei de Snell-Descartes com ângulo limite entre reflexão total e refração. Silva e Silva (2018) corroboram com o enfoque de experimentos de baixo custo e apresentam um aparato experimental para suporte nas aulas da temática “Centro de Massa”, os autores aproveitam o ensejo para investigarem os conhecimentos prévios dos alunos e fazerem comparações quanto a aprendizagem do conteúdo ao fim da proposta.

Para potencializar as práticas experimentais proporcionando maior relevância e desafios, o professor pode implementar situações-problema ou problematizar a aplicação dos experimentos. Axt et al. (2008) apresenta o experimento do duplo cone de maneira contraintuitiva, levando os observadores a se perguntarem o porquê do fenômeno inverso. As novas tecnologias também possuem espaço na constante busca da melhoria do ensino-aprendizagem. Silva et al. (2012) propõem o uso de laboratórios on-line na investigação de diversos fenômenos físicos. Silva et al. (2017, p. 179) propõem atividades experimentais problematizadas onde é “evitar o excessivo tempo destinado à realização do experimento e o curto período destinado à sua reflexão e do que dela resulta”, os autores argumentam que os alunos podem ter sua curiosidade estimulada buscando vencer os desafios cognitivamente, isto, se as utilizações dos aparatos experimentais estiverem em uma perspectiva de abordagem científica problematizada.

UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR O CONCEITO DE CENTRO DE MASSA CONSIDERANDO A PROBLEMATIZAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO DE BAIXO CUSTO

3 – Metodologia

Metodologicamente, este trabalho possui viés qualitativo, utilizando experimentos demonstrativo-verificativos contextualizados no cotidiano (ARAÚJO; ABIB, 2003). Para tanto, elaborou-se uma sequência didática sobre "Centro de Massa", estruturada em duas etapas (A e B) e aplicada a uma turma de 38 alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública em Palmas, Tocantins. A etapa "A" abrangeu as orientações iniciais, enquanto a "B" compreendeu três aulas de 60 minutos dedicadas ao desenvolvimento do conceito. O detalhamento desse planejamento encontra-se sistematizado no Quadro 1.

Quadro 1 – Planejamento da didática: elaborado-aplicado

COMPONENTE CURRICULAR: Ciências da Natureza	CURSO: Ensino Fundamental II
PROFESSOR: Pesquisador deste artigo	C.H.: 4 h - 4 períodos de aulas
ANO/TURMAS: 9º Ano/92.02	C.H. PRÁTICA: 4 períodos de aula de 1h cada
CONTEÚDO: <u>Conteúdo conceitual:</u> Estática - <u>Conteúdo Atitudinal:</u> Sensibilização na observação do equilíbrio, simetrias e outras características das formas geométricas na natureza, nas artes, nas edificações. <u>Conteúdo Procedimental:</u> Leitura de texto, experimentos, atividade impressa ou não para colar no caderno.	
CONTEÚDO CONCEITUAL: Estática: Introdução ao tema; Propriedades do Centro de Massa; Centro de massa de figuras geométricas planas; Cálculo do Centro de Massa ou Centro de Gravidade; Aplicações cotidianas.	
Objetivos: Compreensão do Centro de Massa de um corpo e de um sistema de partículas; Centro de Massa de algumas figuras geométricas planas; aprender a calcular o Centro de Massa de alguns sistemas de partículas.	
AULAS TEÓRICAS E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: <u>ETAPA A: Primeiro momento:</u> Aula 01: <u>Parte 01</u> – (20 min) Conversa inicial com a turma de 9º ano escolhida, sobre a proposta de pesquisa ser desenvolvida. E aplicação da pesquisa orienta (Avaliação diagnóstica) sobre o tema ser estudado. <u>Parte 02</u> - (40 min) Aula introdutória sobre Centro de Massa com uso de dois textos, com problemas reais vivenciados por profissionais onde os conhecimentos do conceito de centro de massa são necessários para tomada de decisão. <u>ETAPA B: Segundo momento:</u> 3 aulas de 1h cada, para o desenvolvimento do conceito de Centro de Massa.	
PROBLEMA PROPOSTO: Na construção dos problemas foram utilizadas duas reportagens: Caminhão é apreendido após carga de abacaxis apresentar inclinação (G1) e Torre de Pisa, a torre inclinada (Superinteressante) <u>Levantamento de pontos chaves:</u> Qual o fator de risco avaliado pelo responsável, para exigir a parada e a interdição? Explique. Faça um desenho que represente a torre e carga em três posições: Carga alinhada, Carga inclinada, Carga com inclinação máxima. O que você avalia, nas três posições para determinar possibilidade de tombar? Obs: Turma organizada em grupos com o máximo de 5 educandos.	
TESTE EXPERIMENTAL DAS HIPÓTESES: Analisar diferentes inclinações e seus limites máximos por corpo, construir o conceito de Centro de Massa (CM) e compreender sua definição em figuras planas.	
DIRETRIZ METODOLÓGICA: <u>Parte 01 - Procedimento experimento I:</u> Encontrar diferentes inclinações, buscando identificar a relação entre a posição do Centro de Massa em relação base de apoio. Posicionar a carga em diferentes posições no tubo de 50 mm e determinar diferentes posições para o centro de massa. <u>Parte 02 - Procedimento experimento II:</u> Definição de Centro de Massa de figuras planas e relacionar com o centro geométrico. Observar, quando o Centro de Massa não muda de posição o corpo não tomba. <u>Parte 03 - Atividade de verificação:</u> Elaborar contemplando introdução sobre o conteúdo envolvido, descrição do procedimento experimental, resultados obtidos e reflexões acerca dos mesmos e respostas para as questões abaixo, observando se os estudantes serão capazes de aplicar os conhecimentos adquiridos em outras situações. Questões: Q:01 Vimos que a torre de Pisa e o caminhão do caso PRF tem limites para inclinações já o triângulo equilíbrista suporta ângulos maiores de inclinação. Por que isso ocorre?	
AValiação DOS PROCESSOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM: A avaliação se dará em processo contínuo, compreendendo todas as etapas propostas no plano de aula: pesquisa orientada, participação nas discussões e nas atividades experimentais.	
MATERIAIS NECESSÁRIOS: Quadro, marcadores, fotocópias e insumos para os experimentos. Exp. 1: tubos de PVC (50mm x 49cm; 25mm x 10cm; 100mm x 3cm; 20mm x 2cm) e parafuso de 17cm com porcas e arruelas. Exp. 2: capa de caderno, porcas, estilete e cola quente.	
BIBLIOGRAFIA: GODOY, L.P Ciências & universo, 9ºano, Ensino Fundamental, 1ªed, São Paulo FTD 2018	

Fonte: Construção dos Autores

3.1 – Construção dos Experimentos

O primeiro experimento apresentado foi a Torre Inclinada, um aparato simples que lembra a famosa Torre de Pisa. A base da torre de PVC é composta pelos itens 1, 2, 3 e 4, identificados na Figura 2(a). A massa da base é de 255g e a massa do item 6 é exatamente igual. A base e o item 6 são conectados a torre com a mesma distância em extremidade opostas. O Centro de Massa encontra-se no meio da torre na posição de 25 cm das extremidades. A relação de materiais empregados é apresentada no Quadro 2 e estão identificados visualmente na Figura 2(a).

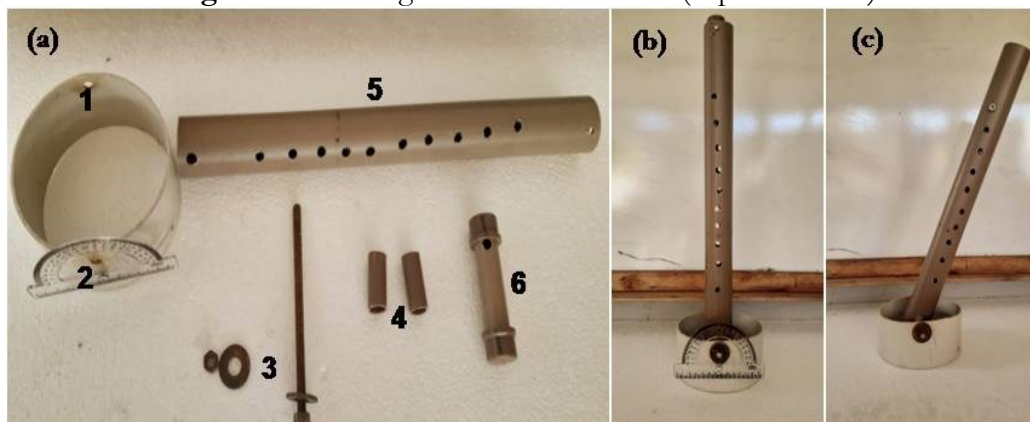
Quadro 2 – Relação de materiais para a construção da Torre Inclinada

- | |
|--|
| 1. TUDO de 100 mm e 3 cm de comprimento; |
| 2. Transferidor de 180° graus; |
| 3. Parafuso de 17 cm com duas porcas e duas arruelas; |
| 4. Tubo de 20 mm com 2 cm de comprimento; |
| 5. Tubo de 50 mm e 50 cm de comprimento, com furos a 5 cm de distância entre eles. |
| 6. Tubo de 25 mm e 5 cm, com cap de 25 mm nas extremidades preenchido com esfera de rolamento. |

Fonte: Construção dos Autores

O deslocamento do item 6 ao longo do eixo vertical da torre, conforme ilustrado na Figura 2-b, abre a possibilidade de alterar a distribuição de massa do sistema e, conseqüentemente, encontrar diferentes posições para o Centro de Massa (CM). Essa variação posicional do CM interfere diretamente na estabilidade da estrutura, gerando diferentes ângulos de inclinação máxima suportados pela torre de PVC antes de seu tombamento, fenômeno este exemplificado na Figura 2-c. Do ponto de vista analítico, as novas coordenadas espaciais ocupadas pelo CM após a movimentação do componente podem ser determinadas quantitativamente por meio do cálculo da média ponderada das massas do sistema.

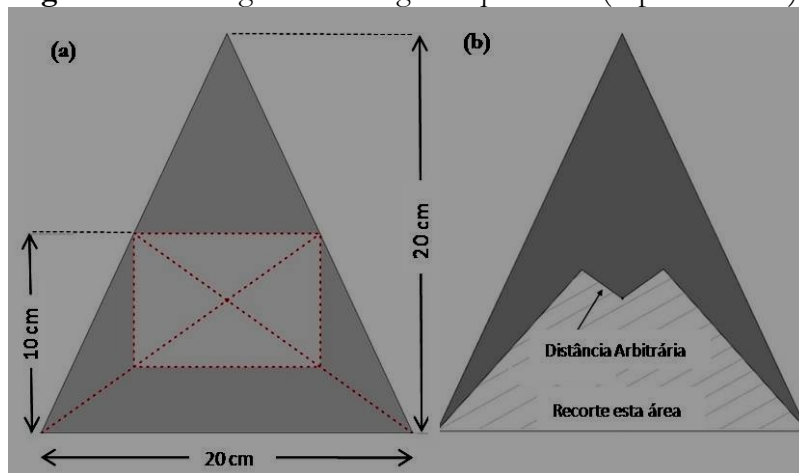
Figura 2 – Montagem da Torre de PVC (experimento 1)



Fonte: Construção dos Autores

O segundo experimento busca enfatizar a relevância prática e teórica do CM no equilíbrio estático dos corpos. A montagem deste experimento é extremamente simples, baseando-se na utilização de materiais acessíveis e de baixo custo, como papelão, moedas ou porcas. Os materiais específicos empregados neste trabalho consistem em uma capa de caderno reutilizada, duas porcas de mesma massa, estilete e cola quente. Para a construção, desenha-se um triângulo isósceles de 20 cm de altura (medida esta puramente arbitrária). Traçando linhas estratégicas e medianas, conforme ilustrado detalhadamente na Figura 3-a, torna-se possível localizar o CM geometricamente. Na sequência, realiza-se o recorte da área demarcada (Figura 3-b) e fixam-se as porcas nas extremidades opostas; esses elementos atuarão como um contrapeso balanceado, gerando a estabilidade necessária para que o triângulo permaneça em perfeito equilíbrio.

Figura 3 – Montagem do triângulo equilibrista (experimento 2).



Fonte: Construção dos Autores

3.3 – Procedimentos de Aplicação

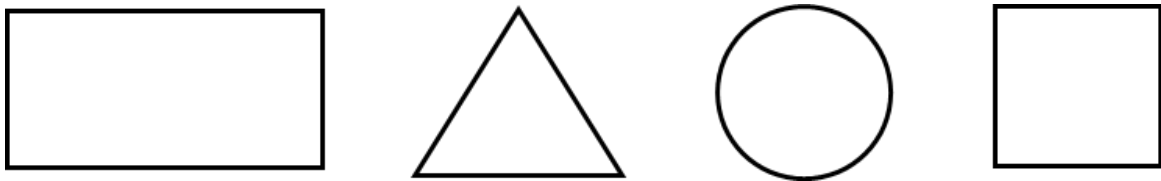
Considerando a grade curricular da turma, implementou-se uma situação-problema potencialmente significativa, estimulando os alunos a formularem hipóteses e soluções mediadas pelo suporte experimental. Desse modo, pretendeu-se estimular o caráter investigativo e participativo dos sujeitos aprendizes através da experimentação, avaliando o processo de construção de novos aprendizados a partir de conhecimentos prévios dos educandos envolvidos, e do trabalho compartilhado e colaborativo.

A etapa inicial da intervenção pedagógica estruturou-se em dois momentos distintos e complementares. O momento de abertura foi dedicado ao acolhimento da turma, apresentação das diretrizes metodológicas e aplicação de uma atividade diagnóstica (cujas questões encontram-se discriminadas no Quadro 3), voltada ao levantamento dos conhecimentos prévios do grupo. Para fins

UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR O CONCEITO DE CENTRO DE MASSA CONSIDERANDO A PROBLEMATIZAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO DE BAIXO CUSTO

de análise e preservação do anonimato, os trinta e oito estudantes participantes foram codificados de A1 a A38. Na sequência, deu-se início à segunda fase dessa etapa, que consistiu na ministração de uma aula teórica expositivo-dialogada com o intuito de introduzir formalmente o conceito científico de CM.

Quadro 3 – Questões diagnósticas

Questão01 – Você sabe o que é Centro de Massa?
Questão02 – Você sabe o que Centro de Gravidade?
Questão03 – Você já ouviu falar em Centro de Massa? Onde?
Questão04 – Você já ouviu falar em Centro de Gravidade? Onde?
Questão05 – O Centro de Massa e o Centro de Gravidade são a mesma coisa?
Questão06 – Você compreende a relação entre Centro de Massa e a inclinação de um corpo?
Questão07 – Você sabe como encontrar o Centro de Massa das figuras geométricas abaixo:


Fonte: Construção dos Autores

A segunda etapa da sequência didática consistiu na subdivisão dos estudantes em 5 grupos de trabalho. O conteúdo programático foi desenvolvido ao longo de três aulas, com duração de uma hora cada, nas quais se priorizou a apresentação de problemas reais fundamentados na observação da realidade cotidiana. Durante os momentos dedicados à teorização e ao levantamento de hipóteses, integraram-se as atividades experimentais. Nessa fase, os alunos foram estimulados a construir, manipular, testar e comparar os aparatos de baixo custo, estabelecendo as correlações físico-matemáticas inerentes ao tema estudado.

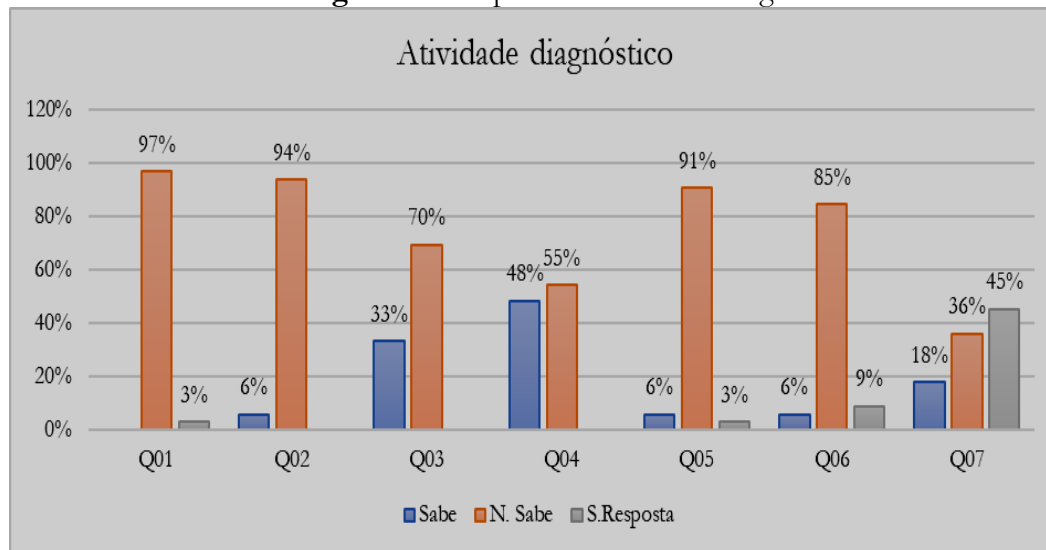
Após a realização das atividades práticas, os estudantes desenvolveram um relatório escrito detalhando os conceitos físicos abordados, os procedimentos metodológicos de cada experimento, os resultados observados e as reflexões críticas sobre o aprendizado. A elaboração desse documento visou consolidar a transição do conhecimento empírico para o registro científico formal. Complementarmente, o processo avaliativo ocorreu de maneira contínua e formativa durante toda a etapa, fundamentado na observação sistemática do comportamento investigativo dos discentes, no controle frequente de assiduidade e no nível de engajamento demonstrado nas discussões coletivas.

4 – Resultados e Discussão

Os resultados obtidos na atividade diagnóstica encontram-se mapeados e sintetizados na Figura 4. Cabe ressaltar que, do universo de 38 discentes da turma, uma amostra expressiva de 33 participantes respondeu integralmente às questões propostas. Essa adesão forneceu subsídios consistentes para a

pesquisa, viabilizando um levantamento fidedigno a respeito dos conhecimentos prévios e das concepções alternativas dos estudantes sobre o conteúdo.

Figura 4 – Resposta da atividade diagnóstica



Fonte: Construção dos Autores

Verifica-se que 97% dos educandos envolvidos na pesquisa responderam que não conheciam o assunto em questão, já 3% optaram por não responder. Isso indica que a totalidade dos alunos envolvidos desconheciam a temática Centro de Massa. Entretanto, 6% dos educandos envolvidos na pesquisa, responderam conhecer o assunto sobre Centro de Gravidade (Questão 02), mesmo com a negativa sobre CM. As questões 03 e 04 trazem uma perspectiva interessante, uma parcela significativa dos educandos, 33% e 48%, respectivamente, já ouviram sobre a temática CM e CG, portanto, não é um assunto desconhecido, mas incompreendido por eles.

Quando questionados “se existe diferença entre Centro de Massa e Centro de Gravidade” (Q06), apenas 6% responderam corretamente. Já 85% dos alunos, afirmaram não conhecer a resposta da Questão 06, ou seja, grande parte não consegue relacionar o CM com a inclinação dos objetos. O que já era esperado uma vez que eles não sabiam a resposta da primeira questão, um total de 9% dos educandos envolvidos não responderam à questão. Reforçando o indicativo que grande parte dos sujeitos envolvidos não conhecem o conceito de CM. Quanto à compreensão da noção geométrica do CM em figuras planas, apenas 18% dos estudantes conseguiram assinalar corretamente o centro da figura como o ponto correspondente ao CM. Em contrapartida, uma parcela significativa de 36% dos alunos envolvidos afirmou explicitamente não saber como localizar o CM, enquanto o maior índice registrado, correspondendo a 45% do total, optou por deixar a questão completamente em branco.

A análise das respostas da pesquisa orientada faz-se necessário para compreender o nível de conhecimento sobre a temática, ou seja, o que cada educando traz de bagagem para a sala de aula, servindo assim, como apoio no processo de ensino-aprendizagem.

4.1 – Etapa da problematização: observação da realidade

No desenvolvimento da segunda etapa, os estudantes foram orientados a realizar uma análise reflexiva fundamentada no estudo analítico de dois textos, com abordagens pedagógicas distintas e complementares sobre o tema.

- Texto 01: Caminhão é apreendido após carga de abacaxis apresentar inclinação; e
- Texto 02: Torre de Pisa, a torre inclinada.

Essa atividade intelectual teve como principal propósito estimular o senso crítico dos discentes, incentivando-os a estabelecer correlações profundas entre as leituras sugeridas, além de proporcionar a sustentação teórica necessária para o embasamento das atividades práticas que seriam realizadas na sequência da pesquisa. Em sequência, organizados 5 grupos, foram desafiados a elencar hipóteses para a resolução do problema, nesse momento apresentou-se três questionamentos para os grupos:

- Q1: Qual o fator de risco observado, no caminhão e na Torre de Pisa, para se exigir a interdição? Explique.
- Q2: Desenhe a representação da torre e do caminhão em três momentos: Alinhada, (Equilíbrio estável) levemente inclinada e inclinação máxima suportada (Equilíbrio instável).
- Q3: O que você avalia nas três posições para determinar possibilidade de tombar?

A partir da análise das respostas dos educandos, percebeu-se que estes indivíduos possuem noção para encontrarem a causa da inclinação, na perspectiva de construir uma justificativa para o risco. Observa-se a resposta do grupo 01 (Quadro 4), onde foi determinado o fator de risco.

Quadro 4 – A hipótese apresentada como respostas questões 1 e 2, nos grupos de estudos.

Grupo 01

Q: 01 O fator de risco é que o caminhão trafega devagar com 20 toneladas de abacaxis, torto inclinado a direita de forma a apresentar risco para outros condutores.

A torre esse problema ocorreu pela fundação mal construída, o local é instável e o solo é de baixíssimo grau de compactação.

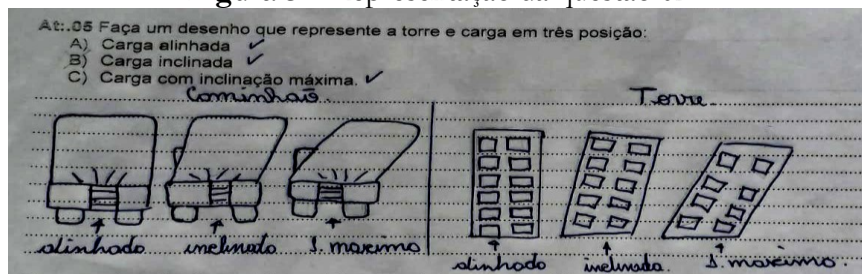
Q: 03 A Possibilidade é do caminhão, pois ele está numa inclinação que a qualquer momento ele pode tombar.

Fonte: Construção dos Autores

Além da argumentação verbal escrita, incentivou-se a produção de desenhos como recurso metodológico para a externalização das hipóteses formuladas pelos discentes diante do desafio introduzido. Esse instrumento de registro permitiu mapear os primeiros indícios de teorização dos

estudantes. A representação gráfica desenvolvida pelo Grupo 03 para a Questão 2 (Q2) encontra-se detalhada na Figura 5.

Figura 5 – Representação da questão 02.



Fonte: Construção dos Autores

Analisando as ilustrações e as respostas construídas pelos alunos, percebe-se que estas tendem a evidenciar uma compreensão cientificamente inadequada da situação-problema e dos campos conceituais envolvidos. Isso corrobora a ideia, onde o conhecimento adquirido fora da escola possui grande influência no processo de aprendizagem escolar (aprendizado científico), ou seja, os conhecimentos incorporados (mesmo que equivocados) ao longo de suas vidas estarão presentes durante o aprendizado escolar, servindo como fator facilitador ou criando obstáculos na relação docente/aluno.

Com o mesmo viés de nosso estudo, Santos *et al* (2017) ressaltam que os novos conhecimentos devem estar atrelados aos conhecimentos prévios, para que estes saberes façam sentido no cotidiano do indivíduo. Na percepção dos alunos, precisa-se de entendê-los para formação de novos saberes, e a partir disso, levá-los a um potencial de aprendizagem significativa, que além de perdurar e ser mais sólida possibilita aplicações dos conhecimentos científicos no cotidiano. Diante desse cenário, o uso de experimentos é de grande importância no que tange ao ensino problematizado.

4.2 - Procedimentos experimentais: Torre de PVC e triângulo equilibrista

A aplicação experimental ocorreu na segunda aula da etapa 2, onde no primeiro momento realizou-se uma apresentação sobre o modelo usado no experimento. Esperava-se que os alunos entendessem a importância de sua participação ao longo dessa atividade. Para apresentar a metodologia aos alunos, começamos trazendo novamente a problematização e as ilustrações do equilíbrio instável (criadas pelos educandos) mostradas na Figura 5.

No início desta etapa os estudantes não conseguiram associar a inclinação com o CM ou Centro de Gravidade, associado com seus fatores de risco, uma vez que a mudança no CM implica em três

condições de equilíbrio, o estável, o instável e equilíbrio indiferente. Propusemos que para o entendimento dessas situações, os alunos poderiam investigar diferentes ângulos de inclinações no experimento (Figura 6), simulando a condição de equilíbrio instável (Figura 6-a).

Figura 6 – Alunos aplicando as propriedades do CM na torre de PVC.



Fonte: Construção dos Autores

É imperativo destacar que, apesar de serem educandos do 9º ano do Ensino Fundamental II, em decorrência da pandemia do COVID-19, eles não haviam estudado os conteúdos sobre força e peso nos anos anteriores. Por este motivo, foi necessária uma discussão dos conceitos físicos sobre força e de peso.

Visando um melhor entendimento por parte dos alunos, apresentou-se algumas situações cotidianas que podem ser representadas pelo modelo experimental proposto, a título de exemplo, os motivos que levaram o patrulheiro da PRF no Texto 1 e o gestor público no Texto 2. Observa-se que os alunos possuem uma compreensão empírica sobre o perigo que representa a inclinação da torre e do caminhão, no entanto as respostas demonstram que não há elementos científicos que as fundamentem. Tais respostas sugerem a utilização de conhecimentos-em-ação inadequados, que evidenciam pouco domínio dos campos conceituais envolvidos na situação-problema, provocando a formulação de respostas errôneas e/ou incompletas.

O uso da torre de PVC permite ao educando visualizar o fenômeno físico envolvido, aumentando a compreensão do problema e permitindo perceber que nem toda inclinação representa perigo de tombar, pois o experimento 1 testa inclinações distintas para diferentes posições da massa (item 06 – Figura 02), objetivando gerar elementos científicos para a construção do conceito de CM na solução do problema inicial. Durante a experimentação, os educandos demonstraram dificuldades em identificar (na torre) o ângulo de inclinação máxima, a posição das massas e o CM. É plausível que essa

dificuldade resulte da novidade trazida pela experimentação. Os desafios propostos ativam os conhecimentos prévios dos alunos, gerando questionamentos e desestabilizando certezas em relação à experiência.

O experimento II (Figura 7) desenvolvido no terceiro momento de aprendizagem, após o uso dos conhecimentos prévios e das novas informações construídas em sala com auxílio do material de apoio, traz a proposta de ampliar a absorção dos conceitos sobre o CM.

Figura 7 – Triângulo equilibrista.



Fonte: Construção dos Autores

Durante o processo de experimentação didática, mostrado na Figura 7, foram levantadas questões sobre; “Onde se encontra o CM do arranjo? Por que o triângulo equilibrista não cai? Esses questionamentos realizados no decorrer da execução do experimento proporcionam ao educando refletir acerca de suas observações e seus registros de aula. A consequência desse momento é ampliar o seu conceito sobre CM, e por meio da interatividade e contraintuitividade, levar o aluno a solidificar a importância do Centro de Massa para o equilíbrio dos corpos, fortalecendo uma base cognitiva para futuras aprendizagens.

4.3 – Hipóteses de soluções e aplicações cotidianas

Nessa etapa, os alunos propuseram hipóteses de solução aos problemas apresentados. Mediante os conhecimentos prévios, surgiram dúvidas frente ao novo trabalho em sala, levando os alunos a fazerem reflexões críticas acerca de suas observações e comum potencial de assimilação/ampliação dos conceitos em suas estruturas cognitivas.

Pode-se perceber essa melhoria ao averiguar os comentários-hipóteses, como: “*Vimos que a torre de Pisa e o caminhão do caso PRF têm limites de inclinação já o triângulo equilibrista suporta ângulos maiores de inclinação. Por que isso ocorre?*”. Outras respostas podem ser vistas no Quadro 5.

Quadro 5 – Hipótese solução para situação problemas.

Grupo 03: Acho que é porque o triângulo equilíbrista tem peso menor que o do caminhão e o da torre, assim o Centro de Massa não passa da base.

Grupo 05: Isso tem a ver com o Centro de Massa no caminhão e na torre o centro fica acima da base assim quando o centro passar da base ele cai. No triângulo o Centro de Massa fica no centro da figura que é a base.

Fonte: Construção dos Autores

Na análise dos dados da etapa de encerramento, percebe-se a influência das observações realizadas durante as atividades experimentais. Com isso, vislumbra-se a importância da experimentação utilizada na resolução de situação-problema. Portanto para haver por parte do professor uma percepção para utilização das concepções iniciais dos alunos de forma que estes realmente aceitem a mudança dos novos conceitos nesse processo de construção. No entanto, o professor deve trabalhar sempre com diferentes metodologias a fim de estimular os alunos a terem interesse pela ciência no intuito de construir novos saberes a partir de seus próprios interesses, como trabalhando aqui, unificando experimentação com a problematização.

Na etapa descrita como ‘hipóteses de solução’ e ‘aplicação da realidade’, mostra que os alunos compreenderam o que ocorreu durante a atividade proposta da atividade. Dessa forma, os alunos obtiveram um maior desempenho por possuírem certo conhecimento conceitual e da posição do Centro de Massa na definição de equilíbrio estável, instável e indiferente.

5 – Considerações Finais

Diante das análises e discussões dos resultados obtidos junto aos grupos de trabalho, a problematização dentro da organização metodológica do Arco de Magueres apresentou bons resultados para o ensino de Física para o 9º ano do ensino fundamental. Quando associamos o método a outras estratégias de ensino, como as aulas, material complementar e atividade experimental, abre-se a possibilidade para alcançar com êxito o ambiente de ensino-aprendizagem potencialmente significativo. Sendo assim, vale ressaltar a importância dos conhecimentos prévios de cada aluno, sendo essas bases para a formulação de novos conceitos.

Durante as práticas experimentais, observou-se que os alunos utilizaram seus próprios conhecimentos adquiridos de vivências e percepções que eles tinham daquele assunto. Esse ambiente de ensino proporciona aos alunos o desenvolvimento da criticidade e a construção e a reconstrução dos seus próprios conceitos. A partir da observação do ambiente de sala e interação entre grupos de trabalho, percebe-se que essa proposta de ensino tornou o processo mais atrativo, prazeroso e

relevante, fazendo com que a construção do conhecimento dos educandos tenha sido potencialmente significativa.

Dessa forma, a utilização da metodologia de problematização em conjunto com protótipos para desenvolvimento de experimento, pode tornar o ensino mais efetivo, uma vez que o educando se torna ativo na construção do seu próprio conhecimento.

Conclui-se que as diferentes metodologias servem como estratégias de ensino a fim de trazer uma alternativa para aproximar temas envolvendo a Física do cotidiano dos alunos, tornando-os protagonistas, críticos e reflexivos

Por fim, a utilização dessas metodologias para o professor em seu dia a dia podem servir como estratégias das práticas de ensino para conceitos de Centro de Massa ou Centro de Gravidade, mas também como uma alternativa realista para as aulas práticas de Ciências.

6 – Referências

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.
- ASSIS, A. K. T.; RAVANELLI, F. M. D. M. Reflexões sobre o conceito de Centro de Gravidade nos livros didáticos. **Ciência & Ensino**, v. 2, n. 2, 2008.
- AXT, R.; BONADIMAN, H.; SILVA, M. T. X. Um experimento contraintuitivo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 1, p. 27-32, 2000.
- BALDOW, R.; SOARES, E. G.; FARIAS FILHO, E. N.; SILVA NETTO, A. V. Experimentos de baixo custo e ensino de Física: construindo habilidades a partir da aprendizagem colaborativa no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 37-50, 2024.
- FERREIRA, Á. de C. Experimentação no ensino de Física: enfoque no processo de ensino e aprendizagem. **Revista de Iniciação à Docência**, v. 8, n. 1, e11959, 2023.
- FREITAS, K. E. C. de; TEIXEIRA, R. R. P. Experimentos científicos como ferramentas de aprendizagem para o ensino de Física. **Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada**, v. 9, n. 2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3895/rbfta.v9n2.15613>.
- MEDEIROS JUNIOR, L. G.; NASCIMENTO, G. L. do. Experimentação numa aula de Física: kits didáticos ou experimentos simples de baixo custo? **APeDuC Revista – Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 148-163, 2025.
- MIRANDA FILHO, A. M.; OLIVEIRA E. S.; SILVA, N. L.; SILVA, F. S.; SILVA, K. M.; LEMOS, J. F. F.; MACHADO, F. T. C. V.; SANTOSET, I. B. O ensino de Física através de simulações e experimentações de baixo custo. **RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar**, v. 4, n. 9, e494019, 2023.

- MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Qurrriculum**, La Laguna, Espanha, 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf> Acesso em: 26 set. 2022.
- SANTOS, A. M. CARVALHO, P. S.; ALECRIM, J. L. et al. O Ensino de Física para Jovens com Deficiência Intelectual: uma proposta para facilitar a inclusão na escola regular. **Revista Educação Especial**, v. 30, n. 64, 2017
- SANTOS, P. R. S. **O uso de experimentos de baixo custo como instrumento para o ensino de Física no ensino básico**. 2022. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/70097>. Acesso em: 26 out. 2026.
- SILVA, O. H. M.; ZAPAROLLI, F. V. D.; ARRUDA, S. M. Demonstrações em óptica geométrica: uma proposta de montagem para ambientes de educação não formal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, 2012.
- SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Atividade Experimental Problematicada (AEP) como uma estratégia pedagógica para o Ensino de Ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 5, 2017.
- SILVA, W. R.; SILVA, A. C. O experimento do cone duplo no ensino médio: uma pesquisa exploratória. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 4, 2018.
- SILVA, J. B. et al. Laboratórios on-line em aulas de Física no Ensino Médio: proposta de uso em sequências didáticas investigativas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. 1478-1508, 2021.
- SILVA, Á. P. da. A ludicidade e o ensino de Física: relato de experiência a partir de experimentos de baixo custo. **A Física na Escola**, v. 22, n. 1, e230137, 2024.
- SOARES, A. M. **Experiência de baixo custo no ensino da Física com ênfase no ensino da cinemática: revisão de literatura**. 2025. Trabalho acadêmico – Instituto Federal da Paraíba, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/handle/177683/5402>. Acesso em: 26 out. 2026.
- WESENDONK, F. S.; TERRAZZAN, E. A. Caracterização dos focos de estudo da produção acadêmico-científica brasileira sobre experimentação no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 779-821, 2016.