

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA *CAMPUS* PORTO VELHO CALAMA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

O paradoxo do cone:

Desvendando os segredos da mecânica com viés experimental

JOSÉ ADÉRSO DE SOUZA JÚNIOR

PORTO VELHO/RO

2025

O paradoxo do cone:

Desvendando os segredos da mecânica com viés experimental

JOSÉ ADÉRSO DE SOUZA JÚNIOR

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Porto Velho Calama, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciado junto ao Curso de Licenciatura em Física sob a orientação do professor Dr. Mauro Guilherme Ferreira Bezerra.

PORTO VELHO/RO

2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S729p

Souza Júnior, José Adérson de.

O paradoxo do cone: Desvendando os segredos da mecânica com
viés experimental / José Adérson de Souza Júnior, Porto Velho-RO,
2025.

16 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Mauro Guilherme Ferreira Bezerra.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia -
IFRO, Porto Velho-RO, 2025.

1. Ensino de Física. 2. Duplo cone. 3. Paradoxo. I. Bezerra, Mauro
Guilherme Ferreira (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

CDD: 371.007

Bibliotecário(a) Responsável: Evandro Silva de Sousa, CRB-11-956 (Campus Porto Velho Calama)

O paradoxo do cone: desvendando os segredos da mecânica com viés experimental

The cone paradox: unraveling the secrets of mechanics with experimental bias

La paradoja del cono: descubriendo los secretos de la mecánica con un sesgo experimental

DOI:10.34117/bjdv11n1-025

Submitted: Dec 6th, 2024

Approved: Dec 27th, 2024

José Adérson de Souza Júnior

Licenciado em Física

Instituição: Instituto Federal de Rondônia-campus Porto Velho Calama

Endereço: Porto Velho, Rondônia, Brasil

E-mail: anjosblack1@gmail.com

Maicon Maciel Ferreira de Araújo

Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR)

Instituição: Secretaria Estadual de Educação (SEDUC - RO)

Endereço: Porto Velho, Rondônia, Brasil

E-mail: maiconmaciel14071991@educ.ro.gov.br

Mauro Guilherme Ferreira Bezerra

Doutor em Nanociência e Nanobiotecnologia pela Universidade de Brasília (UNB)

Instituição: Instituto Federal de Rondônia-campus Porto Velho Calama

Endereço: Porto Velho, Rondônia, Brasil

E-mail: mauro.guilherme@ifro.edu.br

RESUMO

A Física é uma ciência da natureza que embora seja apresentada de forma algébrica e massivamente matemática para os estudantes do ensino médio, possui caráter essencialmente experimental. Visando destacar essa nuance experimentalista do ensino de Física, o presente trabalho nos brinca com um roteiro experimental que ensina a construir através de um roteiro prático o famoso experimento do duplo cone. O experimento em questão entra na categoria de paradoxo, por ir contra as previsões intuitivas que os estudantes possam ter sobre objetos em plano inclinados. O produto educacional proposto explora conceitos de conservação de energia, centro de massa, rotação e translação de corpos rígidos. A aliança do rústico com a tecnologia também é explorada, uma vez que um dos recursos utilizados é um aplicativo de celular que visa auxiliar o estudante a chegar nas medidas dos ângulos de inclinação em relação a horizontal e o ângulo de inclinação central. O artigo vem de encontro a proposta de um ensino de físico que trabalhe em experimentos com situações práticas que ajude seus estudantes a compreender um dos maiores temas cobrados em Física no ENEM: a Mecânica.

Palavras-chave: paradoxo, duplo cone, ensino de Física.

ABSTRACT

Physics is a natural science that, although presented in an algebraic and massively mathematical way to high school students, has an essentially experimental nature. Aiming to highlight this experimentalist nuance in the teaching of Physics, this paper introduces us to an experimental script that teaches how to construct the famous double cone experiment through a practical script. The experiment in question falls into the category of paradox, as it goes against the intuitive predictions that students may have about objects on inclined planes. The proposed educational product explores concepts of conservation of energy, center of mass, rotation and translation of rigid bodies. The alliance of the rustic with technology is also explored, since one of the resources used is a cell phone application that will help students arrive at the measurements of the angles of inclination in relation to the horizontal and the angle of central inclination. The article is in line with the proposal for a physics education that works on experiments with practical situations that help students understand one of the major topics covered in Physics in the ENEM: Mechanics.

Keywords: paradox, double cone, Physics teaching.

RESUMEN

La física es una ciencia natural que, si bien se presenta de forma algebraica y masivamente matemática para estudiantes de secundaria, tiene un carácter esencialmente experimental. Con el objetivo de resaltar este matiz experimentalista de la enseñanza de la Física, este trabajo nos propone un guión experimental que enseña cómo construir el famoso experimento del doble cono a través de un guión práctico. El experimento en cuestión entra en la categoría de paradoja, ya que va en contra de las predicciones intuitivas que los estudiantes puedan tener sobre objetos en planos inclinados. El producto educativo propuesto explora conceptos de conservación de energía, centro de masa, rotación y traslación de cuerpos rígidos. También se explora la alianza entre lo rústico y la tecnología, ya que uno de los recursos utilizados es una aplicación para celular que tiene como objetivo ayudar al estudiante a llegar a mediciones de los ángulos de inclinación con relación a la horizontal y al ángulo de inclinación central. El artículo responde a la propuesta de enseñanza de la física que trabaja mediante experimentos con situaciones prácticas que ayuden a los estudiantes a comprender uno de los temas más importantes que se abordan en Física en la ENEM: la Mecánica.

Palabras clave: paradoja, doble cono, enseñanza de Física.

1 INTRODUÇÃO

É possível observar uma certa dificuldade dos alunos para assimilar os conteúdos de Física. Essa situação gera desmotivação não apenas no aluno mas também para o professor, tornando como consequência a experiência em sala de aula algumas vezes estressante e tediosa.

A maioria das escolas públicas brasileiras não possui estrutura para aulas práticas, e segundo Lira e Junior (2024) um dos grandes desafios na prática de laboratório nas escolas públicas se deve a falta de estrutura, escassez de recursos e a necessidade da formação contínua dos professores, esses problemas impedem o aluno de ter experiências práticas essenciais e desmotivando o mesmo a aprender. Considerando essa limitação, é natural observar que o ensino da Física se torna abstrato, passando a entender que a disciplina se resume a um processo mecânico de manipulação algébrica de equações e perdendo a essência do estudo da natureza.

Há tempos que as dificuldades do ensino de Física, bem como a educação em geral, vêm sendo discutidas e analisadas ao longo dos anos. A disciplina de Física, inicialmente apresentada ao aluno de ensino médio como sendo abstrata, acaba indo de encontro às dificuldades de aprendizagem dos alunos em lidar com procedimentos básicos da matemática. Sem o devido incentivo por parte do professor em driblar essa barreira, seja com recursos experimentais ou computacionais, sua matéria será encarada com desmotivação e desinteresse por parte dos alunos.

O método tradicional, que faz uso apenas de lousa, pincel e livro didático, do ponto de vista do estudante acaba por fazer a Física parecer uma sub-área da Matemática. Portanto, a atividade experimental visa complementar a base teórica e ressignificar as palavras utilizadas em aula, possibilitando uma interação do aluno com o fenômeno que está sendo estudado. Nesse sentido, de acordo com Séré, Coelho e Nunes (2003) ressalta a importância da atividade experimental como uma forma do aluno não ficar apenas na parte teórica, mas também ter a oportunidade de fazer a relação entre teoria e prática.

Os conceitos físicos que são exigidos no ENEM são bastante diversificados, segundo o levantamento feito pelo grupo Aprova Total o conteúdo mais exigido é eletrodinâmica com 20,3%, dentro das áreas da mecânica fica por conta da cinemática com 11,5% das questões seguido da dinâmica com 6,1% das questões.

O conceito matemático de paradoxo, de acordo com Filho e Oliveira (2022), pode ser classificado de 4 formas, afirmações aparentemente falsas mas que são verdadeiras, afirmações que parecem verdadeiras mas se mostram falsas, declarações impossíveis de classificar como verdadeiras ou falsas e raciocínios aparentemente inatacáveis mas se encaminham para contradições lógicas.

Na atividade experimental que envolva um aparente paradoxo, o professor pode estimular o aluno a pensar no fenômeno que está se desenvolvendo na sua frente, dando algumas poucas informações do fenômeno e instigando o mesmo para que ele

consiga observar o que está acontecendo e chegar a respostas sobre o que está acontecendo na execução.

Visando sanar as dificuldades de aprendizagem mencionadas anteriormente, o presente artigo trás uma abordagem experimental que explora pedagogicamente conceitos de Física direcionado a turmas do ensino médio. Para isso, foi idealizado, montado e aplicado experimentos de baixo custo envolvendo temáticas como lançamento oblíquo, centro de massa e calorimetria.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O ENSINO DE FÍSICA E SUAS DIFICULDADES

Um dos principais desafios no ensino de Física reside na dificuldade dos estudantes em interpretar fenômenos físicos e compreender que as equações matemáticas são ferramentas para descrever e explicar esses fenômenos. A falta de recursos em laboratórios escolares agrava ainda mais essa situação. Muitas escolas brasileiras não possuem laboratórios ou dispõem de equipamentos obsoletos e em quantidade insuficiente para a realização de atividades experimentais. Essa carência impede que os professores ofereçam aulas mais dinâmicas e contextualizadas, limitando-se muitas vezes a aulas expositivas e tradicionais. Conforme aponta Castro (2013), essa realidade contribui para uma visão distorcida da Física, distanciando os alunos da ciência e dificultando a construção de conhecimentos significativos. É fundamental investir em políticas públicas que garantam a melhoria da infraestrutura dos laboratórios escolares e a oferta de formação continuada para professores, a fim de promover um ensino de Física mais eficaz e atrativo.

A Física, por sua natureza experimental, exige que os alunos tenham a oportunidade de observar e manipular fenômenos. A falta de laboratórios equipados, no entanto, impede a realização de atividades práticas, prejudicando a aprendizagem significativa e a construção de um conhecimento mais sólido. Essa realidade limita a capacidade dos estudantes de visualizar os conceitos físicos e de desenvolver habilidades essenciais para a vida acadêmica e profissional.

Na visão de Costa e Barros (2015), na escola pública no país a falta de laboratórios, indisponibilidade de recursos tecnológicos, formação docente descontextualizada e a desvalorização do profissional tem uma grande influência na

qualidade do ensino. Nesse caso isso acaba se tornando um obstáculo na construção do conhecimento, dificultando o seu entendimento e conseqüentemente o interesse pela matéria.

Lúcia e Sérgio (2003) ressaltam o papel fundamental das novas tecnologias no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Ao utilizar simuladores e outros recursos digitais, os alunos podem experimentar, questionar e construir suas próprias explicações para os fenômenos físicos. Essa abordagem ativa e investigativa contribui para uma aprendizagem mais autônoma e significativa, preparando os estudantes para os desafios do mundo contemporâneo.

Embora existam diferentes perspectivas sobre o papel da experimentação no ensino de Física, a maioria dos autores, como Silva e Filho (2010), concorda que essa prática é essencial. Ao realizar experimentos, os alunos não apenas verificam as equações matemáticas, mas também constroem ativamente seu conhecimento, desenvolvendo habilidades como observação, análise de dados e resolução de problemas. Dessa forma, a experimentação se torna um recurso valioso para tornar a aprendizagem da Física mais significativa e engajadora.

2.2 ALIANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COM EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO

A teoria de aprendizagem desenvolvida pelo psicólogo educacional David Ausubel se refere a uma aprendizagem onde os conhecimentos novos adquiridos são integrados com conhecimentos prévios do aluno, tornando as novas informações relevantes ao que o aluno já sabe, fazendo com que esse aluno consiga fazer conexões entre esses conhecimentos ao invés de memorizar informações isoladamente.

Assim como uma âncora segura um navio em alto-mar, os conhecimentos prévios, na visão de Ausubel, servem como pontos de fixação para as novas ideias. Esses conhecimentos específicos, na visão de Souza, Silva e Lima (2018), chamados de "âncoras", permitem que a nova informação seja integrada de forma sólida e significativa à estrutura mental do indivíduo.

Segundo Souza, Silvano e Lima (2018) o processo de ancoragem das novas informações adquiridas tem um efeito de aumentar de crescimento ou modificação dos conhecimentos já adquiridos anteriormente. Significa que os subsunçores da estrutura cognitiva do aluno varia de acordo com a frequência e intensidade que ocorre a

aprendizagem significativa, variando entre abrangentes e desenvolvidos ou limitados e pouco diferenciados.

Seguindo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel os experimentos de baixo custo se tornam uma forma interessante de complementar o conhecimento já pré-estabelecido pelo aluno em sala de aula, (SANTOS, 2022) comenta sobre a importância da parte experimental como uma forma de compreender a teoria, além de participar diretamente na construção do conhecimento.

Ao utilizar materiais de baixo custo, professores podem oferecer aos alunos a oportunidade de realizar experimentos e construir o próprio conhecimento de forma prática e acessível. Essa abordagem, segundo Santos (2022) que não depende de um laboratório completo, torna o aprendizado mais significativo e interessante.

Esse tipo de abordagem permite ao aluno enxergar a física como algo que está inserido na sua vida diária, em oposição a um preconceito pré-estabelecido onde o conhecimento de física aparentava ser algo abstrato.

2.3 O PARADOXO DO DUPLO CONE

O paradoxo do duplo cone consiste em um cone duplo que aparenta desafiar as leis da gravidade ao subir uma rampa em formato de V posicionada numa superfície horizontal.

O interesse dos autores pelo paradoxo do duplo cone não é algo novo, em Medeiros e Medeiros (2003) já era explorado as suas origens além de explorar os fenômenos físicos envolvidos e também a sua importância pedagógica. Canalle e Moura (1998) demonstra uma forma diferente de confecção e aplicação do experimento como o cone invertido, onde ele desce a rampa mesmo que o centro de massa continue no seu centro geométrico.

Apesar da simplicidade do experimento, a questão matemática inerente ao paradoxo requer um trabalho matemático que pode estar além da capacidade de um aluno do ensino médio, exigindo um conhecimento avançado em cálculo e nos próprios conceitos teóricos dos assuntos trabalhados, tornando esse experimento um objeto de estudo digno de atenção tanto da educação básica quanto a nível de graduação.

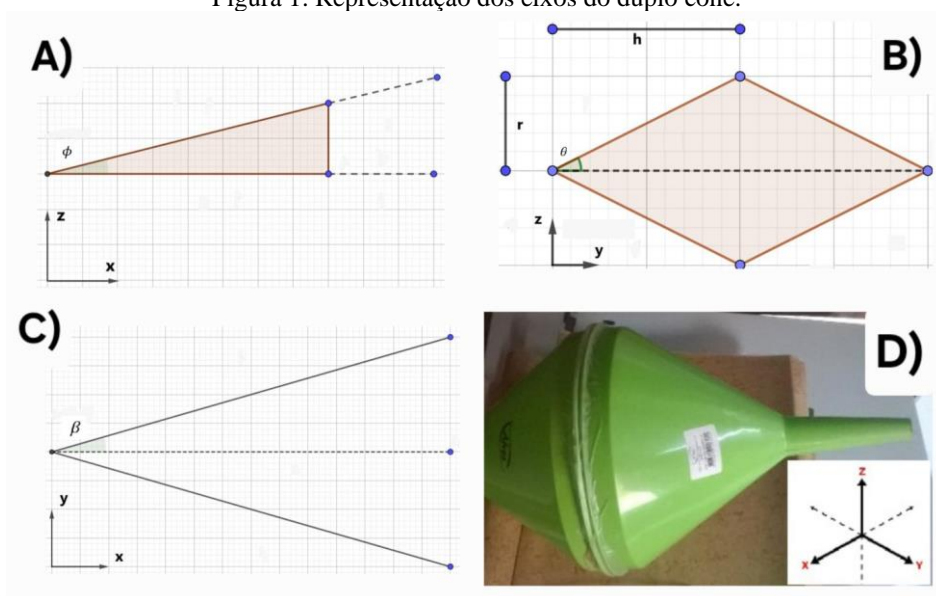
Nota-se o grau de aprofundamento na riqueza e abordagem físico matemática feito ou realizado em trabalhos como Burgoa e Nogales (2024) o autor aborda os conceitos de conservação de energia, leis de Newton e formulação lagrangiana, fazendo uma

exploração matemática dessas ferramentas importantes, cada uma com suas singularidades que contribuem na resolução desse intrigante problema.

A evolução tecnológica permitiu a substituição de materiais rústicos na construção do experimento do duplo cone por filamentos de polímeros termoplásticos, como PLA, ABS e PETG, impressos em 3D. Em Santos et al (2024), o PLA, um polímero biodegradável e de baixo custo, foi escolhido como material base para a impressão do experimento, demonstrando a viabilidade e o potencial dessa tecnologia na produção de materiais didáticos.

Por ser um experimento não se utiliza apenas de conhecimentos avançados de física, mas também conteúdos inerentes ao ensino médio como as leis de Newton e centro de massa, pode se tornar uma boa atividade complementar para se levar a sala de aula. Silva e Silva (2018) se utilizou de uma abordagem de construção e aplicação do experimento do duplo cone para alunos do primeiro ano do ensino médio tendo como conceito central trabalhado o centro de massa onde eles perguntavam aos alunos sobre a visão deles do que acontecia no experimento.

Figura 1. Representação dos eixos do duplo cone.



Fonte: autores com o uso do Geogebra.

Uma perspectiva esquemática do cone duplo, Figura 1(D) e dos trilhos é mostrada na figura acima; vamos chamar θ de semi-ângulo do cone, conforme indicado na Figura 1(B); β o semi-ângulo dos trilhos e ϕ o ângulo de inclinação dos trilhos conforme Figura 1(A), conforme indicado nas Figuras 1(A) e (c), respectivamente.

Conforme aumentamos o deslocamento dx na direção do movimento do eixo do cone duplo, observamos também um aumento na distância $y(x)$ entre os contatos do cone duplo e os trilhos.

$$dy = y(x + dx) - y(x) = \tan(\beta)dx \quad (1)$$

Em compensação, os pontos de contato do duplo cone com os trilhos, que são inclinados por um ângulo ϕ em relação ao plano horizontal, sofrem uma ascensão com uma variação diferencial dx da seguinte intensidade:

$$dz = z(x + dx) - z(x) = \tan(\phi)dx \quad (2)$$

Para obtermos um deslocamento vertical líquido do eixo do duplo cone devemos subtrair as equações (3) e (2). Para que seja observável um movimento de ascensão do duplo cone a relação matemática de ser satisfeita:

$$\tan(\phi) < \tan(\theta) * \tan(\beta) \quad (3)$$

O centro de massa do duplo cone se move de forma descendente e desta forma a energia potencial gravitacional é reduzida, isso ocorre concomitante ao fato de que o contato entre o duplo cone e o trilho do plano inclinado se movam de forma ascendente. Neste sentido, evidenciamos o paradoxo aparente de que os duplo cone está subindo os trilhos do plano inclinado.

Conforme Araújo (2021) estabelece uma relação direta entre a ausência de momentos lineares e angulares e a impossibilidade de movimento. O experimento do duplo cone, ao apresentar um movimento ascendente em um plano inclinado, cria um paradoxo que desafia essa relação, demonstrando que a presença de momentos é fundamental para explicar esse fenômeno.

3 METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO EXPERIMENTAL

Neste tópico, serão abordados os procedimentos de montagem e aplicação do experimento do duplo cone. No quadro a seguir constam os materiais utilizados para a construção do experimento.

Quadro 1: materiais utilizados.

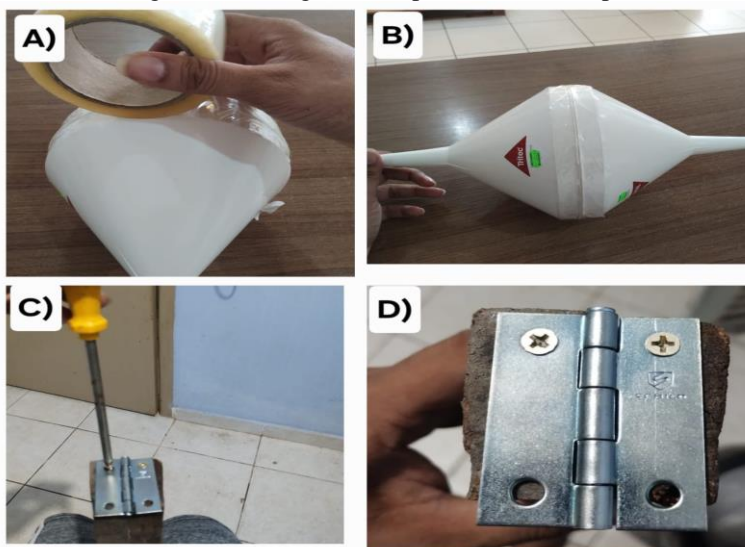
Materiais	Quantidade	valor
Dobradiça zincada 3x2, com parafusos	01	R\$ 9,00
Fita crepe 48mm	01	R\$ 6,50
Funil Multiuso Grande 10x12x10cm Tritec	02	R\$ 11 cada
Madeira 4,5x1,8x85cm	02	
Suporte Thompson para prateleiras 25cm	02	R\$ 6.50 cada
Aplicativo de smartphone: transferidor e nível de bolha. It Labs pro.	01	gratuito
	Total	R\$ 50,50

Fonte: autores.

Etapa 01: na união dos funis, junte as extremidades maiores dos funis e fixe-os com fita crepe. Conforme podemos notar na Figura 2.A e 2.B.

Etapa 02: Confeccção dos suportes: Corte as madeiras nas dimensões especificadas e una-as por uma dobradiça em uma das extremidades. Conforme podemos ver na Figura 2.C e 2.D.

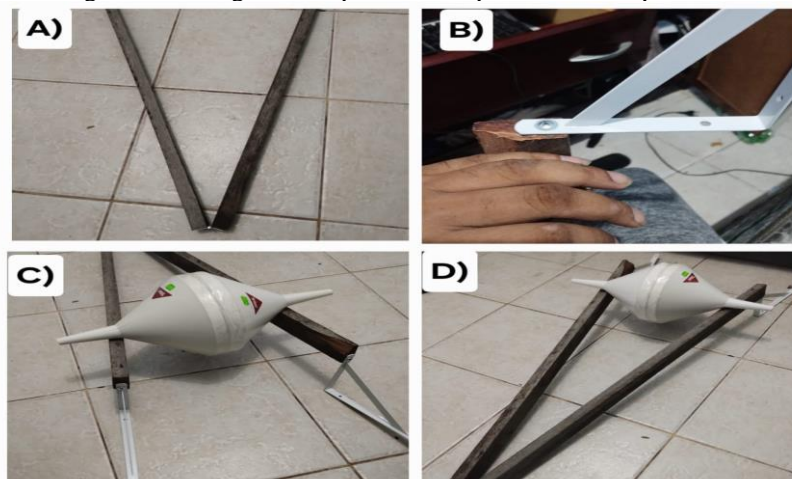
Figura 2. Montagem do duplo cone e da rampa.



Fonte: autores.

Etapa 03: Fixação dos suportes Thompson: Parafuse os suportes Thompson na extremidade oposta das madeiras, servindo como apoio para a rampa. Conforme podemos ver nas Figuras 3.B e 3.C.

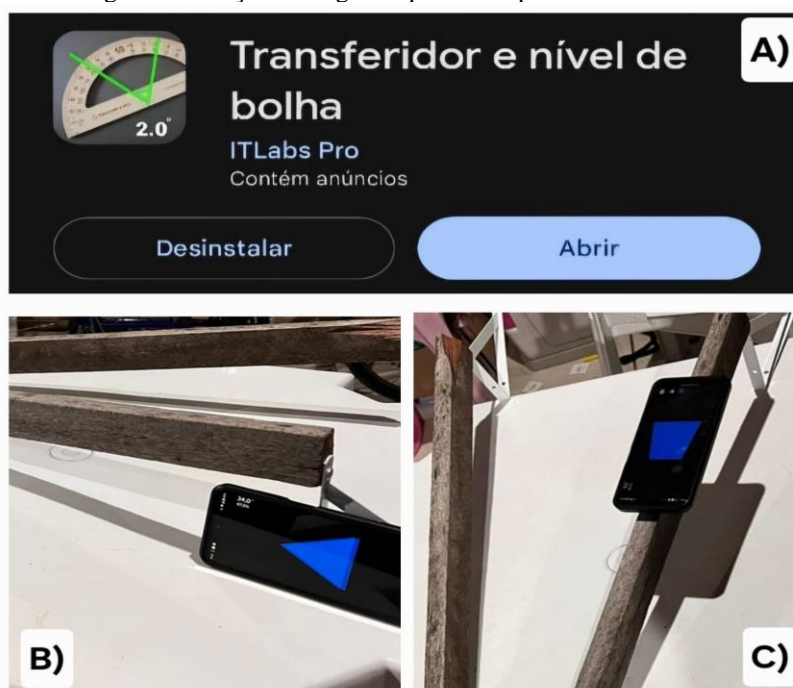
Figura 3. montagem do suporte na rampa e teste do duplo cone.



Fonte: autores.

Etapa 04: Montagem: Posicione o duplo cone na rampa e ajuste o ângulo de inclinação e abertura, conforme a **Figura 4.B** e **4.C.**, da rampa utilizando o aplicativo “transferidor e nível de bolha”, **Figura 4.A.** Obtendo ângulos de $16,7^\circ$ e $67,5\%$.

Figura 4. aferição do ângulo a partir do aplicativo no celular.



Fonte: autores.

Etapa 05: Cronometre o tempo de deslocamento do duplo cone de uma extremidade à outra. Essa percepção do tempo dará ao estudante a noção do quanto a altura da rampa ou a abertura central do plano inclinado pode influenciar no tempo de percurso.

Etapa 06: Varie o ângulo de abertura em intervalos de 10° e repita a medição do tempo. Essa mudança de parâmetro ajudará o estudante empiricamente a comparar a alteração de uma variável com a mudança de outra.

Etapa 07: Varie o ângulo de inclinação em intervalos de 10° e repita a medição do tempo. Essa mudança de parâmetro ajudará o estudante empiricamente a comparar a alteração de uma variável com a mudança de outra.

Etapa 08: Construa um gráfico de tempo versus ângulo de abertura e outro de tempo versus ângulo de inclinação. A idealização do experimento para uma planificação é que o aluno aplique os conhecimentos prévios de função e correlação de variáveis.

Etapa 09: Analise a relação entre as variáveis e discuta os resultados obtidos. Aqui o estudante desenvolverá o senso de análise e comparação ao identificar se a função dada se assemelha a alguma que já tenha estudado.

O experimento físico é um modelo básico que pode ser adaptado de acordo com o nível dos alunos e os recursos disponíveis. É importante enfatizar a importância da segurança durante a realização do experimento. O docente pode optar por realizar essa intervenção prática experimental em grupos, estimulando a colaboração e a troca de ideias.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo descreve um protocolo para a construção de um experimento de duplo cone com materiais de baixo custo, visando o ensino de conceitos fundamentais de física. A montagem proposta tem como objetivo fornecer aos docentes uma ferramenta pedagógica que auxilie na compreensão qualitativa de fenômenos como centro de massa, conservação de energia e movimento em plano inclinado. A relevância desta proposta reside na alta frequência de questões relacionadas à Mecânica em avaliações como o ENEM, além do potencial do experimento em estimular a curiosidade dos estudantes por meio de um paradoxo visual.

Através da construção de um experimento com o duplo cone, este trabalho visa fornecer aos professores de física do ensino médio um recurso didático eficaz e acessível. O experimento, que pode ser realizado com materiais de baixo custo, permite abordar múltiplos conceitos físicos de forma prática e intuitiva, tornando o aprendizado mais engajador e significativo para os alunos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Vagner Camarini; STACHAK, Marilei. A importância de aulas experimentais no processo ensino-aprendizagem em física: “Eletricidade”. In: XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SBF, 16, 2005, Rio de Janeiro.

ANDRADE, A & TEIXEIRA, R.R.P "USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM ATIVIDADES DE EXTENSÃO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA" IFSP, São Paulo v.3 p.49-52,2019

ARAÚJO, M. CENTRO DE MASSA. Revista de Ciência Elementar, volume 1, 2013.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira., ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 2, Junho, 2003.

ARAÚJO, M. M. F de., Velasque, V. N., Monteiro, L. B. R., Barbosa, R. C. M., Junior, M. J. S., & Stein, C. R. (2021). Demonstração experimental das condições de equilíbrio estático de corpos rígidos: Uma abordagem qualitativa utilizando materiais do cotidiano / Experimental demonstration of static equilibrium conditions of rigid bodies: A qualitative approach using daily materials. Brazilian Journal of Development, 7(5), 52872–52884.

CASTRO, F. “Para mover o ensino de Física”. Revista Quanta. Ano 2-Nº 9-2, editora Segmento, São Paulo 2013.

CANALLE, J. & MOURA, R. Duplo Cone, quádrupla Finalidade. Caderno Catarinense de Ensino de Física; vol. 15, n.3, pp 323-327, Dezembro de 1998.

FILHO, I.F.B. & OLIVEIRA, E.R. “OS PARADOXOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA”. Revista de Educação Matemática. vol. 19, núm.1, Março. 2022.

LABURÚ, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves; KANBACH, Bruno Gusmão. A RELAÇÃO COM O SABER PROFISSIONAL DO PROFESSOR DE FÍSICA E O FRACASSO DA IMPLEMENTAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO MÉDIO. Investigações em Ensino de Ciências – V12(3), pp.305-320, 2007.

LIRA, A.T.S & JUNIOR, V.A.S “DESAFIOS NA APLICAÇÃO DE PRÁTICAS LABORATORIAIS DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA NAS ESCOLAS PÚBLICAS”. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, v. 10, n.10, out. 2024.

K. LUZ-BURGOA & JOSÉ A.C. NOGALES. Princípios fundamentais que regem o movimento do misterioso duplo cone. Revista Brasileira de Ensino de Física. 2024.

MACUCO, Nicolas Castro. Física no Enem 2024: 5 assuntos que mais caem na prova. 2024. Disponível em: <<https://aprovatotal.com.br/assuntos-fisica-enem/>> Acesso em 14/11/2024

MEDEIROS, A. & MEDEIROS, C.F "DESVENDANDO O MISTÉRIO DO DUPLO CONE".Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 3, Setembro, 2003

MORAES, J.U.P. & JUNIOR, R.S.S “EXPERIMENTOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE FÍSICA COM FOCO NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA”. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V4(3), pp. 61-67, 2014

SANTANA, S.L.C; PESSANO, E.F.C; ESCOTO, D.F; PEREIRA, G.C; GULARTE, C.A.O; FOLMER, V. O ensino de ciências e os laboratórios escolares no Ensino Fundamental. Vittalle – Revista de Ciências da Saúde v. 31, n. 1 (2019) 15-26.

SANTOS, G.F. "ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE MECÂNICA", PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA, Goiânia, 2022

Santos, Lucas Carvalho dos. A importância de atividades experimentais lúdicas no ensino de Física do Centro Educacional de Jovens e Adultos (CEJA). / Lucas Carvalho dos Santos. - 2022.

SÉRÉ, M.G. & COELHO, S.M & NUNES, A.D “O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA”. Caderno Brasileiro do Ensino de Física., v.20, n.1: 30-42, abr. 2003.

SILVA, M.N.M; FILHO, J.B.R. O PAPEL ATUAL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA. XI Salão de Iniciação Científica PUCRS, 2010

SOUZA, C.O. & SILVANO, A.M.C. & LIMA, I.P "Teoria da aprendizagem significativa na prática docente". Revista Espacios Vol 39(Nº23), Ano 2018.

Thaylla Martírios SANTOS. Pedro Henrick Venâncio de SOUZA. Josias Pimentel de ABREU. Mariana Matos ARANTES. USO DE TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D PARA O DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTOS EXPERIMENTAIS DIDÁTICOS: O CONE DUPLO. JNT - FACIT BUSINESS AND TECHNOLOGY JOURNAL - ISSN: 2526-4281 - QUALIS B1 ANO 2024

WILSON RODRIGUES DA SILVA. ANDRÉ COELHO DA SILVA. O EXPERIMENTO DO CONE DUPLO NO ENSINO MÉDIO: UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA. Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.4. 2018

WISNIEWSKI, Gerônimo. Utilização de Materiais de Baixo Custo no Ensino de Química Conjugados aos Recursos Locais Disponíveis. Florianópolis, SC: Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, 1990.