

**COLÉGIO PEDRO II
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA,
EXTENSÃO E CULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU -
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA NA
EDUCAÇÃO BÁSICA**

EDNILSON LUIZ SILVA VAZ

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO
PARA O ENSINO DO CENTRO DE GRAVIDADE**

Rio de Janeiro
2025

EDNILSON LUIZ SILVA VAZ

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO PARA O ENSINO DO
CENTRO DE GRAVIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação Lato Sensu – Curso de Especialização em Ensino de Física na Educação Básica, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Física na Educação Básica.

Orientador: Eduardo Couto de Lima e titulação, M.e

Rio de Janeiro

2025

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

V393 Vaz, Ednilson Luiz Silva

Proposta de sequência de ensino investigativo para o ensino do centro de gravidade / Ednilson Luiz Silva Vaz. - Rio de Janeiro, 2025.

46 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Física na Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Eduardo Couto de Lima.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Ensino por investigação. 3. Centro de massa (Física). 4. Processo de ensino-aprendizagem. 5. Física - Experiências. I. Lima, Eduardo Couto de. II. Colégio Pedro II. III Título.

CDD 530

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

EDNILSON LUIZ SILVA VAZ

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO PARA O ENSINO DO CENTRO DE GRAVIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Física na Educação Básica vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Física na Educação Básica.

Aprovado em 16 de julho de 2025.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. M.e Eduardo Couto de Lima
Colégio Pedro II
Orientador

Prof. Dr. José Eduardo Pereira da Rosa
Colégio Pedro II

Prof. Dr. Julien Lopes Pereira
Colégio Pedro II

Rio de Janeiro

2025

A Deus e a minha esposa, pela luz nas minhas
decisões e acalanto nas angústias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores e ao orientador do curso de especialização em Ensino de Física do Colégio Pedro II pelas aulas e orientações.

*É do buscar e não do achar que nasce o que eu não
conhecia*

(Clarice Lispector, 1964)

RESUMO

VAZ, Ednilson Luiz Silva. **Proposta de sequência de ensino investigativo para o ensino do Centro de Gravidade**. 2025. 32 f. (total de folhas). Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Física na Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2025.

A Base Nacional Comum Curricular destaca que a área de Ciências da Natureza deve proporcionar condições para que o aluno possa desenvolver o letramento e a alfabetização científica, a fim de compreender a realidade à qual está inserido. Diante desse cenário, o ensino por investigação apresenta contribuições significativas para o processo de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido, o presente trabalho tem o objetivo de elaborar uma proposta de Sequência de Ensino Investigativo (SEI) para abordar o conceito de Centro de Gravidade (CG), com possibilidade de proporcionar maior interação do aluno no contexto escolar do ensino médio. Para isso, a SEI foi estruturada em duas etapas. A primeira representa uma situação de diálogo com as concepções prévias dos alunos, com o experimento simples de equilíbrio de uma vassoura na horizontal e a localização do CG de três figuras como: um disco de massa distribuída uniformemente, um anel e um meio disco de massa homogênea com meio anel, todos confeccionados de isopor. Posteriormente, a atividade desenvolvida para a problematização utiliza um disco homogêneo de isopor com adição de massa, com o propósito de alterar o CG do material e colocá-lo em um plano inclinado. Essa última etapa visa gerar um conflito cognitivo no aluno, como forma de proporcionar uma aprendizagem significativa. Dessa forma, o recurso didático elaborado consiste em uma proposta de SEI com uma abordagem diferente da convencional em localizar e estudar o tema CG, com possibilidade de contribuir para uma maior liberdade intelectual aos alunos e engajamento em práticas investigativas no ensino de Física para o ensino médio.

Palavras-chave: Sequência de Ensino Investigativo; Centro de Gravidade; Ensino de Física.

ABSTRACT

VAZ, Ednilson Luiz Silva Vaz. **Proposal for an investigative teaching sequence for teaching the center of gravity**. 2025. 32 f. (total de folhas). Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Física na Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2025.

The National Common Curricular Base emphasizes that the area of Natural Sciences must provide conditions for students to develop literacy and scientific literacy in order to understand the reality in which they are inserted. Given this scenario, inquiry-based teaching presents significant contributions to the teaching and learning process. In this sense, this work aims to develop a proposal for an Investigative Teaching Sequence (ITS) to address the concept of Center of Gravity (CG), with the possibility of providing greater student interaction in the high school context. To this end, the ITS was structured in two stages. The first represents a situation of dialogue with the students' previous conceptions, with the simple experiment of balancing a broom horizontally and the location of the CG of three figures such as: a disk with uniformly distributed mass, a ring and a half ring with half a disk with homogeneous mass, all made of Styrofoam. Subsequently, the activity developed for problematization use a homogeneous Styrofoam disk with added mass, with the purpose of altering the CG of the material and placing it on an inclined plane. This last step aims to generate a cognitive conflict in the student, as a way of providing significant learning. Thus, the didactic resource developed consists of a ITS proposal with a different approach from the conventional one in locating and studying the CG theme, with the possibility of contributing to greater intellectual freedom for students and engagement in investigative practices in the teaching of Physics for high school students.

Keywords: Investigative Teaching Sequence; Center of Gravity; Physics Teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Atividades fundamentais de uma Sequência de Ensino Investigativa...	14
FIGURA 2 - Corpo representando sistema de partículas com pesos parciais.....	17
FIGURA 3 - Representação do peso total do corpo e o ponto definido como centro de gravidade.....	17
FIGURA 4 - Centro de gravidade de um anel	18
FIGURA 5 - Reta vertical passando pelo ponto de suspensão	19
FIGURA 6 - Cruzamento de retas e intersecção no ponto que localiza o centro de Gravidade.....	19
FIGURA 7 - Método de suspensão do corpo	21
FIGURA 8 - Corpo apoiado em superfície plana	21
FIGURA 9 - Posição para equilíbrio da vassoura na horizontal	23
FIGURA 10 - Modelo de disco a ser confeccionado de isopor	24
FIGURA 11 - Modelo de Anel a ser confeccionado de isopor	25
FIGURA 12 - Representação de metade de anel com metade de disco homogêneo.....	25
FIGURA 13 - Traçando linha perpendicular a superfície de apoio	26
FIGURA 14 - Traçando linhas perpendiculares a superfície de apoio para localizar o CG.....	26
FIGURA 15 - Palito de dente espetado no disco para verificar giro de massa	27
FIGURA 16 - Cruzamento de linhas para determinar o CG em região ausente de massa	28
FIGURA 17 - Problematização a ser investigado com o CG deslocado	29
FIGURA 18 - Imagem do disco na horizontal com construção de linhas traçadas perpendicularmente em relação a superfície e passando pelo ponto de CG	30
FIGURA 19 - Imagem do disco com CG deslocado no plano inclinado	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	12
3	JUSTIFICATIVA.....	13
4	PRESSUPOSTOS TEÓRICOS.....	14
4.1	Sequência de Ensino Investigativo – SEI.....	14
4.2	Conceito de Centro de Gravidade - CG	16
4.3	Localização do Centro de Gravidade.....	18
5	PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS.....	20
6	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS	22
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
	REFERÊNCIAS	34
	APÊNDICE A – VISÃO GERAL DO KIT EXPERIMENTAL ETAPA 1	36
	APÊNDICE B – VISÃO GERAL DO KIT EXPERIMENTAL ETAPA 2	37
	APÊNDICE C – PLANO DE AULA	38
	APÊNDICE D – FOHA DE REGISTRO DA ETAPA EXPERIMENTAL	43

1 INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza que a área de Ciências da Natureza deve proporcionar condições para que o aluno desenvolva o letramento e a Alfabetização Científica (AC), a fim de compreender a realidade tecnológica na qual está inserido (Brasil, 2018). Dentro dessa perspectiva, o ensino de Física possibilita a integração de conhecimentos fundamentais sobre fenômenos naturais.

Pensar em AC é oportunizar situações para que os alunos possam entender a ciência de modo mais amplo, conhecendo os mecanismos de seu funcionamento, seus processos de construção e a natureza do conhecimento científico (Scarpa *et al.*, 2017).

Para que esse entendimento seja significativo, é preciso que o aluno seja o protagonista de sua aprendizagem. Nesse sentido, o ensino por investigação surge como uma proposta didática relevante nesse processo. Hacar *et al.* (2024) mencionam que essa estratégia de ensino pode favorecer a formação crítico-reflexiva, tanto dos profissionais da educação no ensino de ciências quanto possibilitar a participação dos estudantes na construção do seu conhecimento.

Segundo Carvalho (2018), no ensino por investigação, o professor proporciona condições para que o aluno possa pensar de acordo com sua estrutura cognitiva, expressar seus argumentos e conhecimentos construídos, ler com criticidade e escrever com propriedade suas ideias. Além disso, Sá *et al.* (2007) destacam que nesse modelo de ensino é importante incluir uma questão ou problema norteador que instigue os alunos a refletir sobre tema a ser investigado, com possibilidades de observar e avaliar evidências, analisar teorias científicas e considerar múltiplas interpretações de um mesmo fenômeno observado.

É nesse sentido que Carvalho (2013) propõe a Sequência de Ensino Investigativo (SEI), que será utilizada neste trabalho e planejada com o intuito de proporcionar condições para que os alunos apresentem suas ideias, evidenciando a natureza do conhecimento científico. A SEI visa propiciar a autonomia dos estudantes na resolução de problemas, valorizando o conhecimento prévio e contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico (Tadiello; Robaina, 2020; Carvalho, 2013) para superar memorização de conceitos dos conceitos no ensino de Física (Moura; Silva, 2019).

A elaboração da SEI proposta neste trabalho utilizará o tema Centro de Gravidade (CG) como estudo investigativo, a fim de provocar uma situação de conflito cognitivo no aluno, ao observar uma situação que contradiz o que ele já sabe. Para isso, a proposta experimental elaborada apresenta um contexto incomum para as leis da Física: um disco que, partindo do repouso, desloca-se quase meio ciclo em direção a uma posição mais elevada em um plano inclinado, sem impulso inicial para obter a condição de equilíbrio. Essa atividade tem por finalidade estimular os alunos a mobilizarem seus conhecimentos prévios e, assim, compreenderem novos conceitos, pouco explorado no ensino de Física, como o CG.

Discutir esse tema em aulas de Física é importante, pois está amplamente relacionado com diversas situações que evidenciam a interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Essa relação pode ser observada tanto no avanço da tecnologia na engenharia civil, aplicado à construção de pontes e edifícios, quanto na construção de design de móveis na arquitetura. Além disso, a contextualização pode ser feita por meio de exemplos do cotidiano escolar, como o ato de carregar mochilas com muito peso, o que pode deslocar o centro de gravidade do conjunto aluno-mochila, comprometendo a estabilidade corporal e aumentando o risco de quedas. O equilíbrio corporal é uma das capacidades físicas mais estudadas em produções científicas da área da biomecânica e um dos intervenientes é o CG (Lemos *et al.*, 2009).

Nos livros de Física para o ensino médio, o estudo do CG é prejudicado pela simplificação das etapas que fundamentam sua compreensão, tanto no aspecto matemático quanto no conceitual (Santiago; Arenas, 2018). As definições são divergentes entre si, alguns abordam o tema a partir da Mecânica Newtoniana sem apresentar qualquer procedimento experimental sobre como localizar na prática (Assis; Ravanelli, 2008).

Junior, Ferraro e Soares, (2007) apresentam o CG como sinônimo de centro de massa na condição de um campo gravitacional constante. Sampaio e Calçada (2012, p. 453), abordam o tema sem apresentar um modelo experimental para determinar essa grandeza, mas menciona que o CG é o local em que pode supor a aplicação do peso a partir do ponto de vista da rotação; contudo, não especificam quais são esses efeitos de rotação, nem abordam o que acontece quando o corpo é apoiado em pontos distintos do CG.

Segundo Assis e Ravanelli (2008), a forma mais adequada para iniciar o tema CG é com uso de experiências simples. Os mesmos autores destacam que a definição do conceito de CG é atribuída a Arquimedes, a partir de uma concepção experimental, e, em termos modernos, pode ser definida da seguinte forma:

“O centro de gravidade de um corpo rígido é o ponto tal que, se imaginarmos o corpo suspenso por esse ponto e com liberdade para girar em todas as direções ao redor dele, o corpo assim sustentado permanecerá em repouso e preservará sua posição original, qualquer que seja sua orientação em relação à Terra.” (Assis; Ravanelli, 2008).

Para tanto, por mais que o conceito de CG apresente diferentes abordagens em sala de aula, este trabalho utilizará as perspectivas de Bonjorno e Ramos (1992) e de Assis e Ravanelli (2008), conforme descrito nos tópicos 4.2 e 4.3, as quais serão usadas para abordar o tema em uma atividade experimental investigativa que será detalhada mais adiante na metodologia da pesquisa.

Dessa forma, o presente trabalho de conclusão de curso tem como proposta elaborar um recurso didático SEI para que alunos do ensino médio possam compreender e aplicar o conceito de CG em situação de investigação no ensino de Física.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar Sequência de Ensino Investigativo (SEI) para abordar conceito de Centro de Gravidade (CG) com possibilidade de proporcionar maior interação do aluno no contexto escolar do ensino médio.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir atividades experimentais com materiais simples e acessíveis que permitam a visualização e investigação do conceito de CG.
- Construir atividade experimental que apresente possibilidade de gerar conflito cognitivo no aluno.
- Construir recurso didático que permita relacionar a teoria e a prática.

3 JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa justifica-se por reconhecer a importância do conceito de Centro de Gravidade (CG) não apenas como conteúdo programático curricular, mas como conhecimento diretamente relacionado a diversos fenômenos do cotidiano dos alunos, com aplicações na arquitetura e na engenharia civil como equilíbrio de pontes e edifícios, nas práticas esportivas para a manutenção do equilíbrio corporal e na área da saúde.

Segundo a BNCC (Brasil, 2018) o ensino médio representa uma etapa escolar que deve proporcionar a consolidação do pensamento crítico e científico dos estudantes. Contudo, Assis e Ravanelli (2008) ao analisarem como os livros didáticos para o ensino médio abordam o conceito de CG, constataram que as definições divergem entre si e chegam ao conceito a partir da mecânica newtoniana.

Assim, abordar o tema CG no contexto escolar é oferecer condições para que o aluno desenvolva uma aprendizagem significativa em Física, além de possibilitar a retomada de conteúdo para que os alunos aprendam conceitos de Física de modo significativo, o que demanda práticas pedagógicas curriculares que transcendam a preparação para testes e avaliações externas, com o único objetivo de atingir índices e metas escolares.

Nesse sentido, a adoção da Sequência de Ensino Investigativo (SEI) justifica-se como recurso didático com grande potencial de contribuir para o desenvolvimento do protagonismo dos estudantes do ensino médio, ao abordar o conceito de CG, um tema muito presente em seu cotidiano e, ao direcioná-los com indagações à resolução de situações-problema, ao levantamento de hipóteses, à realização experimentações e à reflexão coletiva.

Desse modo, a SEI pode apresentar contribuições significativas para o ensino de CG, uma vez que permite ao estudante explorar o tema por meio da experimentação e apoiando-se nas concepções prévias para avançar em novos conhecimentos científicos. Além disso, essa metodologia aproxima a relação entre teoria e prática, contribuindo para a alfabetização e letramento científico e alinhando-se aos objetivos da BNCC.

4 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

4.1 Sequência de Ensino Investigativo – SEI

De modo geral, a literatura tem mostrado que existe uma posição consensual quanto às contribuições de um ensino por investigação para superar o ensino tradicional e promover o aluno protagonista e responsável pela sua aprendizagem (Moura, Silva, 2019; Sá *et al.* 2007; Scarpa, Sasseron, Silva, 2017; Lavor, Oliveira, 2022).

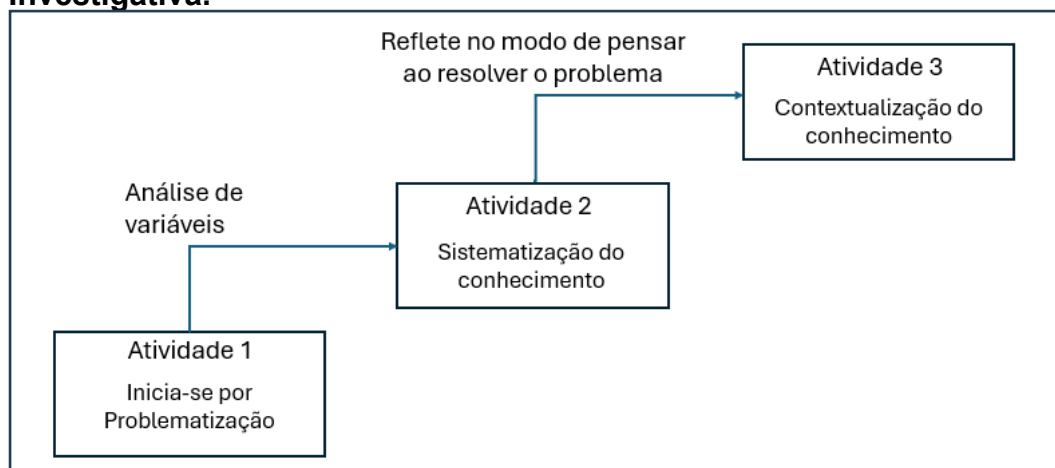
Nesse cenário, surge a metodologia investigativa, com pressupostos em um processo educativo centrado no aluno (Sá *et al.* 2007; Silva, Souza, Fireman, 2019; Santos, 2020; Paulinho, Santos, Porto, 2023).

Zompero e Laburú (2011) apontam múltiplas interpretações do ensino investigativo “*inquiry*”, influenciadas por John Dewey, tais como ensino por descoberta, aprendizagem por projetos, resolução de problemas, dentre outras.

Para tanto, Carvalho (2013), define a Sequência de Ensino Investigativo (SEI) como atividades planejadas na investigação de tópicos curriculares, compreendendo as interações didáticas e proporcionando condições para que o aluno possa expressar seus conhecimentos prévios para iniciar os novos saberes.

A Figura 1 representa as atividades importantes que precisam ser consideradas para o desenvolvimento de uma SEI a fim de cumprir a demanda de ensinar algum conteúdo programático curricular.

Figura 1 – Atividades fundamentais de uma Sequência de Ensino Investigativa.



Fonte: Adaptado de Carvalho, 2013,

Segundo Ricardo (p.42. 2021), a problematização é a construção de situações-problemas que organizam as atividades de modo a produzir contextos de aprendizagens que proporcionem significado para o aluno. É uma estratégia que provoca o conflito cognitivo e a motivação para analisar variáveis que levam à construção discursiva do problema na interação aluno-professor, bem como aluno-aluno, caracterizando a sistematização do conhecimento (Carvalho, 2013).

Carvalho (2018) destaca que a diretriz principal de uma SEI está no cuidado do professor ao oferecer liberdade intelectual aos alunos e ao elaborar problema significativo para promover aprendizagem efetiva. No entanto, a mesma autora evidencia que são poucas pesquisas que aplicam SEI no ensino médio, essa lacuna pode ser atribuída às dificuldades encontradas pelos docentes em oferecer condições para favorecer a autonomia dos estudantes.

Nesse sentido, o Quadro 1 ilustra a ação do professor e o papel do aluno como forma de promover maior liberdade intelectual em um recurso metodológico baseado em SEI, para criar condições de um processo por investigação efetivo (Carvalho, 2018).

Quadro 1 - Grau de liberdade intelectual no ensino de Física e interação entre Professor (P) e aluno (A).

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho, 2018.

O Quadro 1 apresenta os níveis de liberdade intelectual com base na interação entre Professor (P) e aluno (A), caracterizando o grau de investigação da atividade. Quanto maior o grau de interação do aluno com a atividade, desde a elaboração do problema até a conclusão, maior será sua participação e autonomia no ensino por investigação SEI.

Para tanto, na quarta coluna, grau de liberdade 4, o papel do docente na ação investigativa ocorre apenas na elaboração do problema e na sistematização das argumentações elaboradas entre aluno e professor, bem como na interação com todos os envolvidos na situação de estudo, correspondendo à atividade 2 apresentada

anteriormente, com possibilidade de contextualização com a realidade de cada estudante e representado na Figura 1.

Para promover maior autonomia intelectual, a problematização deve instigar os alunos a resolverem situações que provoquem conflitos cognitivos no seu modo de pensar, introduzindo o estudante para desenvolver conceitos ou sistematizar dados que levarão a formulação de leis, buscando relações entre outros conceitos aprendidos e novas propostas teóricas científicas para aprendizagem (Carvalho, 2018).

Ao investigar uma situação contextualizada, o estudante tem a possibilidade de elaborar hipóteses, a partir de uma pergunta científica, planejar seus argumentos para respondê-la, coletar dados, organizá-los e interpretá-los. Nessa lógica de pensamento, produz argumentos científicos ao relacionar variáveis para construir explicações baseadas em evidências (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017).

A seguir, serão detalhados os pressupostos teóricos do conceito de centro de gravidade.

4.2 Conceito de Centro de Gravidade - CG

O conceito de CG, muitas vezes, é abordado de modo superficial no conteúdo programático escolar de ensino de Física. O tema costuma ser introduzido com o estudo das alavancas, geralmente no contexto da dinâmica, mas sem explicitar sua relação com o vetor peso ou com o equilíbrio dos corpos.

Segundo Santiago (2018), Assis e Ravanelli (2008), o tema CG nos livros didáticos para o ensino médio antecipa o estudo desse conceito sem uma fundamentação adequada tanto conceitual quanto matematicamente.

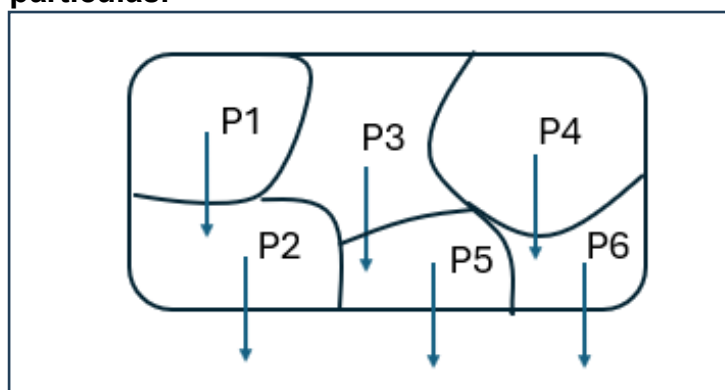
Essa lacuna também é perceptível no currículo paulista, que inicia o ensino de Física com a dinâmica e grandezas vetoriais. Posteriormente, chega-se ao conceito de força peso, estabelecendo relações com as leis de Newton, mas sem relacionar o vetor peso ao centro de gravidade e ao equilíbrio dos corpos.

Diante desse cenário, à medida que o aluno avança no ensino médio, essa lacuna pode dificultar a compreensão do conceito de CG, já que o currículo não retorna ao conceito de dinâmica, essa ausência na retomada pode afetar a compreensão de conceitos como o equilíbrio dos corpos.

É evidente, portanto, a necessidade de valorizá-lo no ensino médio, dada sua ampla aplicação no cotidiano na condição de equilíbrio em contextos como a construção civil, a arquitetura, atividades esportivas, os meios de transporte, bem como o equilíbrio corporal que é uma das capacidades físicas mais estudadas (Lemos, Teixeira, Motta, 2009).

Bonjorno e Ramos (p. 286, 1992) mencionam que os corpos materiais podem ser considerados como sistemas de partículas, cada partícula é atraída pela ação do campo gravitacional da Terra com uma força igual ao peso da partícula. Conforme ilustrado na Figura 2, a ação da força peso de um sistema de partículas.

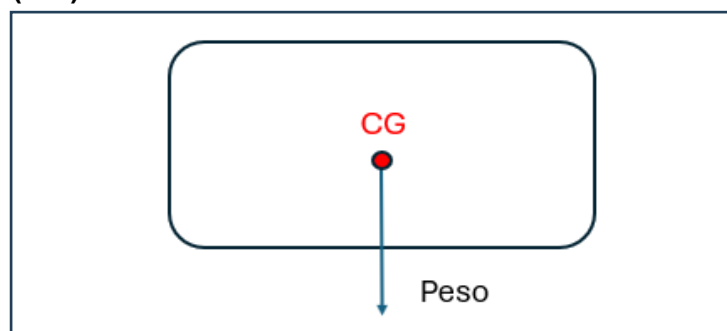
Figura 2 – Ação da força peso de um sistema de partículas.



Fonte: O autor, 2025.

Assim, a resultante total de todas essas forças parciais é o peso total do corpo, e esse peso está localizado no CG do corpo material (Figura 3).

Figura 3 – Representação do peso total do corpo e o ponto definido como Centro de Gravidade (CG).



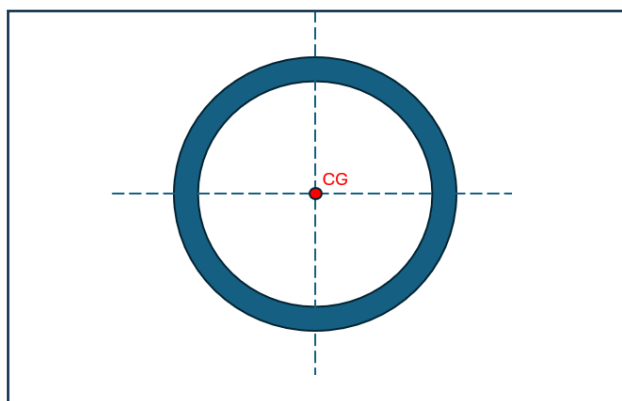
Fonte: O autor, 2025.

4.3 Localização do Centro de Gravidade

Corpos rígidos que possuem massa distribuída uniformemente, homogêneos e que admitem eixo de simetria, têm o CG localizado sobre esse eixo (Bonjorno; Ramos, 2009; Junior; Ferraro; Soares, 2009). Nesses casos, o CG coincide com o centro geométrico ou o baricentro da figura (Doca; Biscuola; Bôas, 2012).

Assim, mesmo em corpos com cavidades centrais, como um anel, o CG localiza-se no centro geométrico (Figura 4).

Figura 4 – Centro de gravidade de um anel.



Fonte: O autor, 2025.

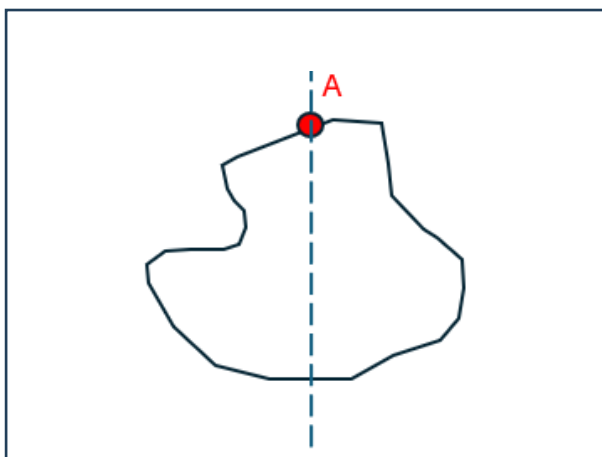
Em corpos irregulares e não homogêneos, o CG tende a localizar-se próximo à região de maior massa.

Conforme Assis e Ravanelli (2008), quando um corpo rígido é suspenso a partir de um ponto e permanece estático, esse ponto corresponde ao seu CG.

Bonjorno e Ramos (p. 287, 1992), descrevem o método da suspensão, que consiste em traçar retas verticais a partir de diferentes pontos de apoio. A intersecção dessas retas revela a posição do CG, mesmo em corpos sem simetria de massa, como representado nas Figuras 5 e 6.

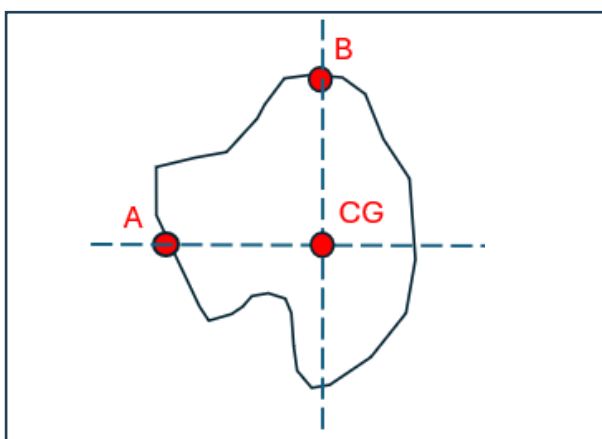
Com base nos pressupostos teóricos apresentados, delineia-se, a seguir, o percurso metodológico que orientou a pesquisa na elaboração da Sequência de Ensino Investigativa para abordar o conceito de centro de gravidade.

Figura 5 – Reta vertical passando pelo ponto de suspensão.



Fonte: O autor, 2025.

Figura 6 – Cruzamento de retas e intersecção no ponto que localiza o centro de gravidade.



Fonte: O autor, 2025.

5 PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa é de natureza teórico-experimental com abordagem exploratória para ser desenvolvida em turmas do 1º ano do ensino médio.

Para tanto, a atividade consiste na elaboração de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para abordar o conceito de Centro de Gravidade (CG) no ensino de Física. A abordagem SEI adotada pode proporcionar maior liberdade intelectual pelos discentes, favorecendo a construção de saberes científicos escolares por meio da participação ativa em situação de aprendizagem relacionado ao conceito de CG.

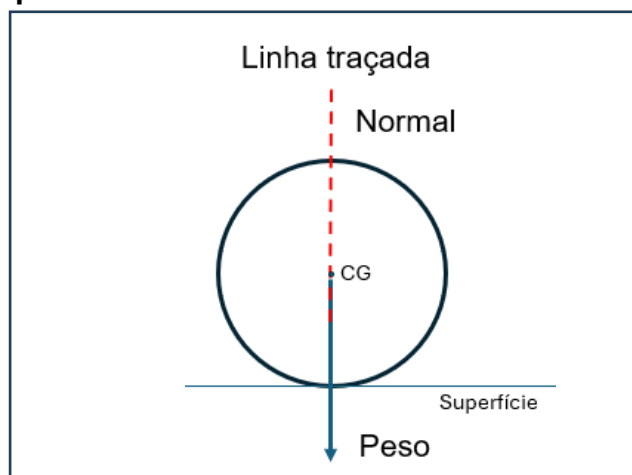
Para isso, essa sequência foi estruturada integralmente e buscará atingir, progressivamente, maior liberdade intelectual, em duas etapas conforme detalhada a seguir:

1ª primeira etapa: Busca-se promover momentos de diálogo entre professor e aluno, a partir da exploração e análise das variáveis relacionadas à condição de equilíbrio de uma vassoura na horizontal. Por meio da experimentação simples e manipulativa, os discentes são convidados a expressar suas concepções prévias, levantar hipóteses sobre o ponto de equilíbrio e construir, progressivamente, a sistematização do novo conhecimento ao associar a condição de estabilidade dos corpos materiais em função da posição do CG.

A atividade prática para determinar o CG, foi adaptada a partir da perspectiva de Bonjorno e Ramos (p. 287, 1992), que descrevem o método de suspender o corpo, ao traçar reta vertical passando por todo material suspenso em direção do fio que sustenta a estrutura. Neste trabalho iremos substituir a suspensão do material ao apoiá-lo em uma superfície plana. Desse modo, não analisaremos a condição de equilíbrio entre as forças de Tração e Peso (Figura 7) como proposto por Bonjorno e Ramos (1992), mas adaptada a proposta à relação da força peso e a distribuição de massa como condição de equilíbrio de não rotação do corpo como disco em superfície plana (Figura 8), cuja adaptação completa está apresentada no apêndice A.

Figura 7 – Método de suspensão do corpo.

Fonte: O autor, 2025.

Figura 8 – Corpo apoiado em superfície plana.

Fonte: O autor, 2025.

2ª segunda etapa: utiliza-se uma problematização envolvendo um experimento demonstrativo, proposto para estimular a análise de variáveis como: força peso e distribuição de massa em condição de equilíbrio em um plano inclinado. Essa etapa visa estimular a formulação de hipóteses, o planejamento de estratégias e a resolução colaborativa do problema proposto, bem como promover a participação dos estudantes no processo investigativo a fim de proporcionar maior autonomia e liberdade intelectual na contextualização do conhecimento em torno do conceito de CG.

6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

A proposta metodológica de Sequência de Ensino Investigativa (SEI) aqui desenvolvida, para abordar o conceito de Centro de Gravidade (CG) a partir da problematização e da investigação científica escolar, foi estruturada conforme as etapas do processo investigativo.

Essa sequência busca garantir momentos efetivos para que o aluno possa expressar suas concepções, promovendo maior liberdade intelectual, como proposto por Carvalho (2018), no desenvolvimento de novos saberes científicos.

Abaixo, apresenta-se a proposta e a discussão de como cada etapa investigativa foi elaborada, visando à interação do Aluno (A) ou da Classe (C) como um todo, assumindo o protagonismo em cada momento do processo. Essa análise está sintetizada no Quadro 2, que associa cada etapa investigativa ao nível de liberdade intelectual envolvido na SEI elaborada.

Quadro 2 - Grau de liberdade intelectual no ensino de Física e interação entre Professor (P) e aluno (A) em Sequência de Ensino Investigativa.

Etapa Investigativa de uma SEI	Momento de trabalho	Liberdade Intelectual em Sequência de Ensino Investigativa (SEI)
Etapa 1	Discussão do tema de estudo / Diálogo com o aluno considerando o seu conhecimento prévio referente ao conceito CG	P / A
Etapa 2	Problematização	P
	Hipóteses	A
	Plano de trabalho	A
	Análise de variáveis	A
	Conclusão	A/P/Classe

Fonte: adaptado de Carvalho, 2018.

Segundo Assis e Ravanelli (2008), a forma mais adequada para iniciar a discussão do tema CG é com o uso de experiências simples. Nesse sentido, foi desenvolvida a Etapa 1, com a finalidade de dialogar com as concepções prévias

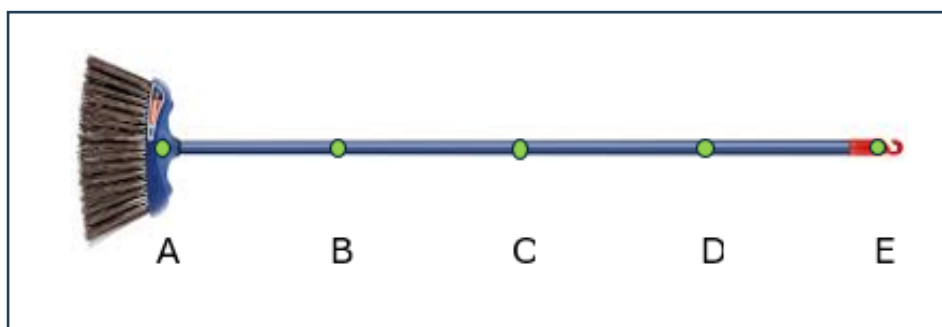
dos alunos e iniciar a discussão do tema proposto, conforme diretrizes propostas por Carvalho (2018) e representadas na Figura 1.

Etapa 1 – Diálogo com o aluno considerando o seu conhecimento prévio referente ao conceito CG

A Etapa 1 marca o início do diálogo, para que os alunos possam expressar seus pensamentos a partir da análise de variáveis associado a um experimento simples de equilíbrio de uma vassoura na posição horizontal. Nessa etapa, é proposta a utilização de uma atividade experimental, a ser utilizada como diagnóstico da percepção de como os alunos entendem o conceito de CG.

Para tanto, essa situação também pode ser apresentada aos discentes por meio de imagem impressa ou projetada, conforme apresentado na Figura 9, perguntando-se em qual posição, aproximadamente, deve-se amarrar uma vassoura de modo que ela permaneça em equilíbrio na horizontal.

Figura 9 - Posição para equilíbrio da vassoura na horizontal.



Fonte: O autor, 2025.

As possibilidades de respostas dos alunos podem sugerir a maneira como cada sujeito pensa ou representa a condição de equilíbrio. Caso o aluno responda a posição A, é provável que ocorra um equívoco muito comum: o discente pode estar confundindo massa ou peso com a localização espacial do CG. É um momento interessante para destacar que o peso está distribuído por todo o corpo.

A posição B é a mais correta para a situação apresentada na Figura 9, pois é a posição onde as forças se equilibram. O aluno que mencionar essa posição como condição de apoio ou a ser sustentado, equilibrando a vassoura na horizontal, provavelmente tem uma percepção de equilíbrio, ao relacionar as variáveis força peso

e força normal, em condição de apoio, ou força peso e tração, como condição de equilíbrio.

A resposta na posição C pode indicar que o aluno não tem a percepção de que a distribuição de massa pode alterar a posição do CG.

Com o propósito de fazer com que os alunos analisem variáveis, como distribuição de massa, força peso e ponto de equilíbrio e a relação com o CG, é sugerida uma atividade experimental a ser confeccionado de material isopor e detalhado a seguir.

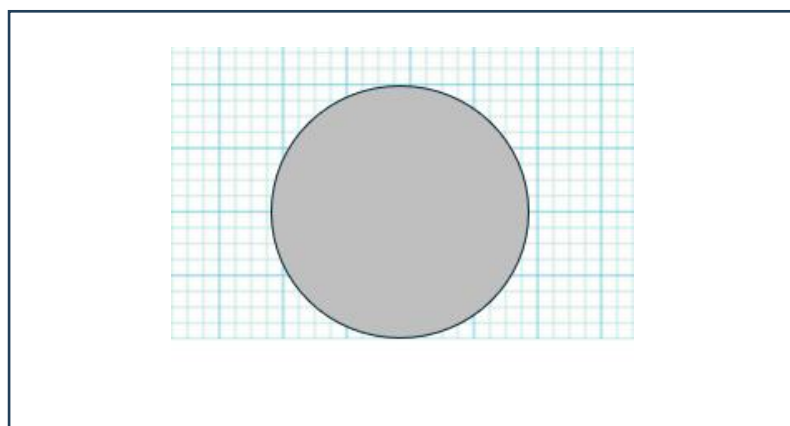
Atividade Experimental – Determinação do CG do disco de massa distribuída uniformemente da etapa 1

Para a construção dessa atividade experimental para determinar a localização do CG, utilizou-se uma placa de isopor disco de isopor de espessura 2cm, foi cortado um disco de 22cm de diâmetro.

Contudo, esse disco pode ser encontrado de maneira fácil em lojas de artesanatos com diferentes tamanhos. Para tanto, é recomendado que a espessura seja maior ou igual a 2cm, o que possibilita maior estabilidade quando reutilizado o material em uma superfície inclinada.

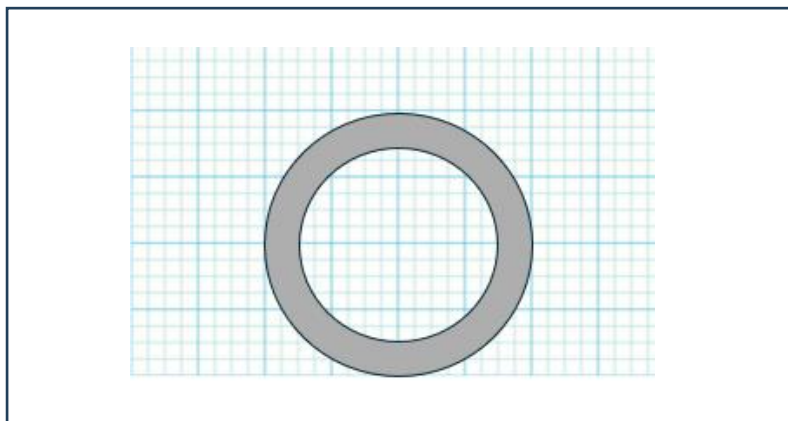
Assim, foi confeccionado três materiais como apresentado a seguir nas Figuras 10, 11 e 12.

Figura 10 – Modelo de disco de massa distribuída uniformemente a ser confeccionado de isopor.



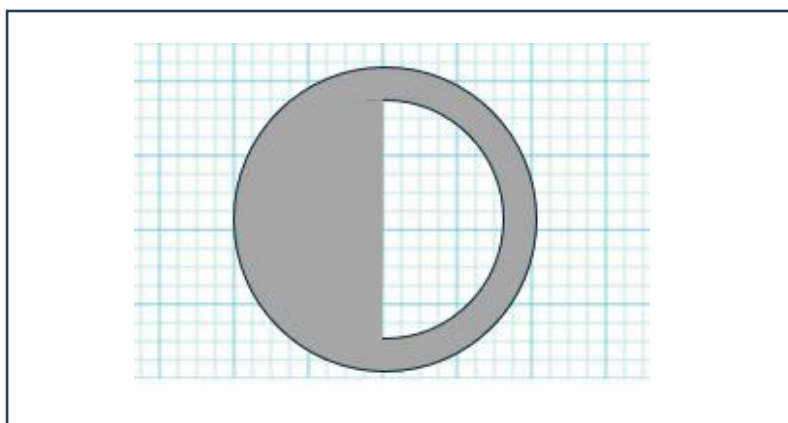
Fonte: O autor, 2025.

Figura 11 – Modelo de Anel a ser confeccionado de isopor.



Fonte: O autor, 2025.

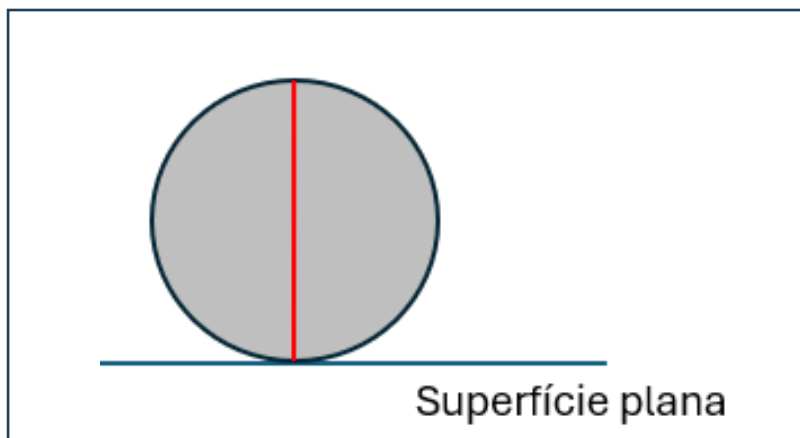
Figura 12 – Representação de metade de um disco de massa homogênea com meio anel.



Fonte: O autor, 2025.

Com o intuito de fazer com que o aluno manuseie o aparato experimental e descubra as relações entre as variáveis em estudo, sugere-se que ele utilize um disco de massa distribuída uniformemente de isopor, como proposto na Figura 10. Para isso, coloca-se o disco na posição vertical, apoiado em uma superfície plana. Posteriormente, solicitar que o aluno trace no isopor linhas perpendiculares à superfície, passando pelo centro do corpo (Figura 13).

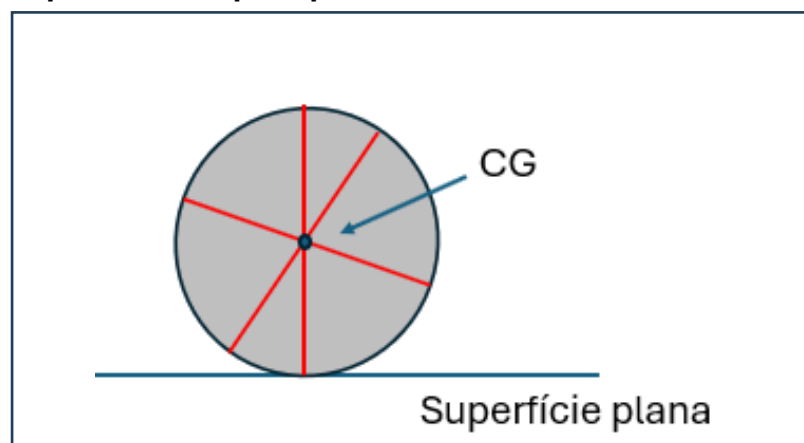
Figura 13 – Traçando linha perpendicular a superfície de apoio.



Fonte: O autor, 2025.

Na sequência, gira-se o disco de massa distribuída uniformemente para traçar nova linha perpendicular à superfície, de modo que as linhas se cruzem em um ponto da figura. Essa posição de encontro das linhas traçadas representa o CG do corpo, como ilustrado na Figura 14.

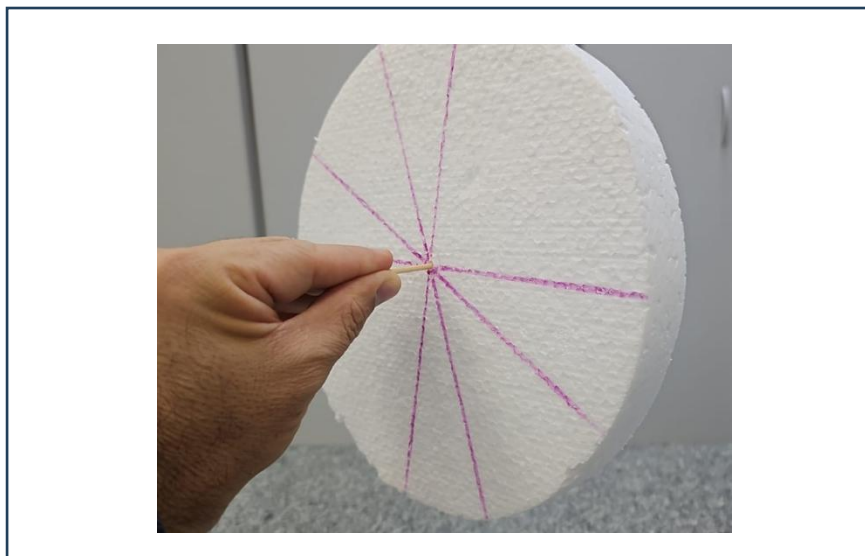
Figura 14 – Traçando linhas perpendiculares a superfície de apoio para localizar o CG.



Fonte: O autor, 2025.

Como forma de verificar se o ponto encontrado representa a posição do CG, sugere-se que seja espetado um palito de dente no ponto encontrado, para analisar se o disco não gira em torno desse ponto nem apresenta tendência de rotação. O uso de uma agulha ou alfinete apresenta melhor resultado para verificar o giro. Caso essa condição seja satisfeita, o ponto encontrado pode ser considerado a posição do centro gravitacional do corpo, conforme representado na Figura 15.

Figura 15 – Palito de dente espetado no disco para verificar giro de massa



Fonte: O autor, 2025.

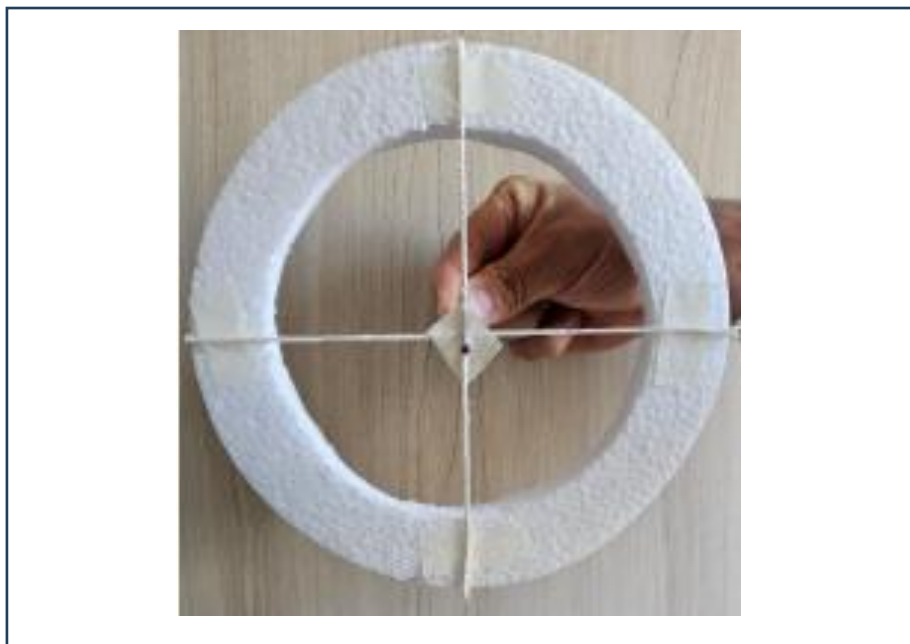
Nesse contexto, com o propósito de oferecer condições para que os alunos possam analisar as variáveis que interferem na condição de equilíbrio, propõe-se a determinação da posição do CG dos corpos confeccionados de material de isopor, com formatos semelhantes aos das Figuras 11 e 12.

No entanto, para localizar o CG do corpo representado pela Figura 11, após traçar linhas perpendiculares a superfície, o ponto de cruzamento ficará na parte com ausência de massa e para localizar, faz-se necessário colar dois pedaços de barbante preso com fita. O local do cruzamento das linhas [e o possível ponto do CG do material (Figura 16).

Assim, ao repetir a técnica utilizada para encontrar o CG do disco de isopor de massa homogênea, essa situação poderá proporcionar que os estudantes descubram, com o auxílio do professor, as relações das variáveis envolvidas na determinação do CG, bem como as relações de forças como condição de equilíbrio dos corpos, condição importante no desenvolvimento de uma sequência investigativa (Figura 1).

Assim, propõe-se que os alunos, em grupos, sistematizem os conhecimentos, relacionando as variáveis analisadas com o conceito de CG.

Figura 16 – Cruzamento de linhas para determinar o CG em região ausente de massa.



Fonte: O autor, 2025.

Etapa 2 – Resolução de atividade de problematização: Proporcionando maior liberdade intelectual em Etapa Investigativa

Construção do experimento a ser utilizado como problematização

Com o propósito de oferecer condições efetivas para que os estudantes possam apresentar maior grau de liberdade de pensamento, como proposto por Carvalho (2018), sugere-se a realização da Etapa 2 dessa Sequência de Ensino Investigativa (SEI), na resolução de um problema, visando construção de novos saberes a partir de processo colaborativo na aprendizagem, como proposto na Tabela 2.

O problema a ser investigado, como forma de contextualização do conhecimento (Figura 1), baseia-se na utilização de um experimento demonstrativo, conforme representado na Figura 17.

Esse experimento foi construído utilizando um disco de isopor, com massa distribuída uniformemente, cujo centro gravitacional foi deslocado com a adição de uma massa, que pode ser uma pilha do tipo AAA ou do tipo AA.

Figura 17 – Problematização a ser investigado com o CG deslocado



Fonte: O autor, 2025.

A posição em que a pilha deve ser colocada, para deslocar o CG, precisa ser verificada a fim de que se atinja a condição de colocar o disco em um plano inclinado e realize meio giro e suba uma rampa, em vez de rolar no sentido natural do movimento. Para isso, deve-se levar em consideração a inclinação desse plano inclinado.

Proporcionando liberdade intelectual com atividade experimental demonstrativa

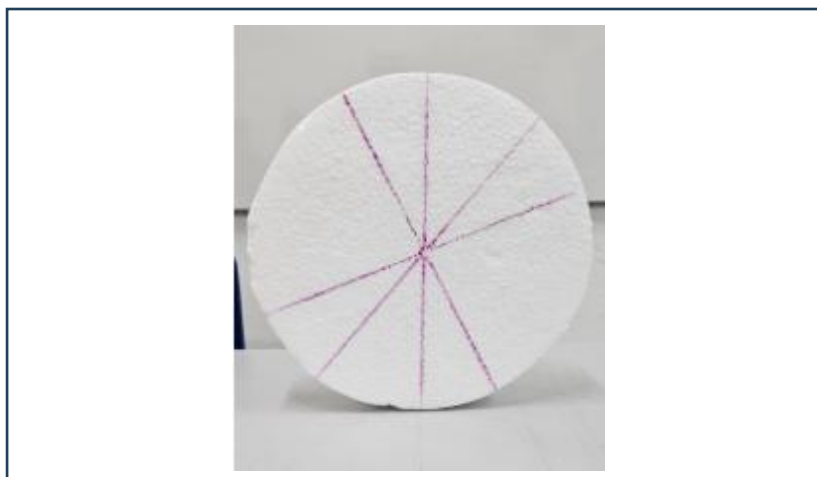
Nessa fase da sequência de ensino investigativa, com o intuito de apresentar maior liberdade intelectual dos estudantes, propõe-se a apresentação de uma situação-problema, para que os alunos, em grupos, possam apresentar as hipóteses, plano de trabalho e análise das variáveis envolvidas na resolução do problema demonstrativo proposto à turma.

A problematização a ser investigada

Inicia-se o experimento demonstrativo, apresentando o disco em equilíbrio sobre uma superfície plana, e pergunta-se aos alunos quais forças estão envolvidas na condição de equilíbrio, como apresentado na Figura 18. Para garantir a eficácia do

processo investigativo, recomenda-se não mostrar a face do disco que está colada à pilha, responsável por deslocar o CG do disco.

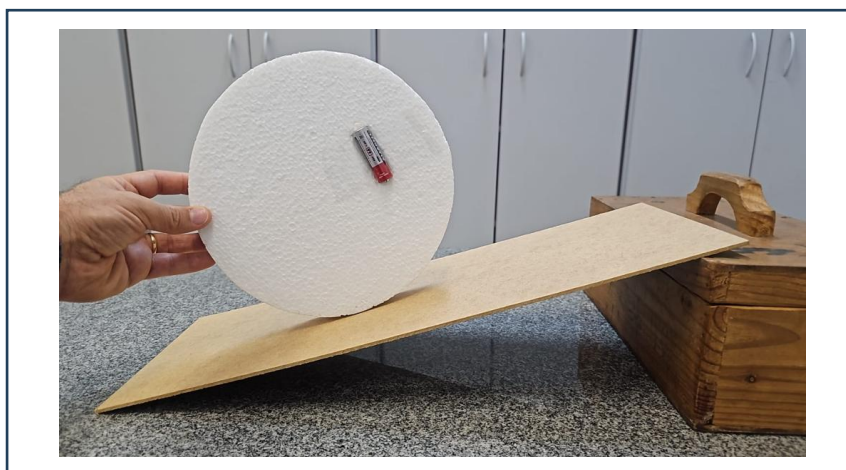
Figura 18 - Imagem do disco na horizontal com construção de linhas traçadas perpendicularmente em relação a superfície e passando pelo ponto de CG.



Fonte: O autor, 2025.

Na sequência, pergunta-se aos alunos o que aconteceria se esse disco fosse colocado em um plano inclinado. Neste momento, espera-se que a maioria dos alunos mencione que o disco irá rolar o plano inclinado e cair. Contudo, o disco com o CG deslocado é então colocado no plano inclinado, conforme representado na Figura 19, de modo que o corpo gire no sentido contrário ao convencional, deslocando-se para o lado mais inclinado da rampa.

Figura 19 – Imagem do disco com CG deslocado no plano inclinado.



Fonte: O autor, 2025.

Para proporcionar maior liberdade intelectual aos estudantes, sugere-se que, em grupos, elaborem possíveis hipóteses que expliquem a situação observada, representem, por meio de desenho, as variáveis envolvidas como plano de trabalho e analisem qual variável e qual foi a condição possibilitaram a ocorrência do fenômeno.

Por fim, como forma de sistematizar a aprendizagem colaborativa, conforme apresentado na Tabela 2 e sendo essa uma condição fundamental em uma SEI, conforme apresentado na Figura 1, propõe-se a sistematização do conhecimento com cada grupo de estudo, observando-se os conhecimentos colaborativos, bem como a discussão das soluções propostas por todos os grupos, a fim de proporcionar uma aprendizagem significativa, colaborativa e investigativa em Física.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa destacou a importância de criar uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) como recurso didático com possibilidade de apresentar resultados significativos na abordagem do conceito de Centro de Gravidade (CG) em contextos escolares. Este trabalho mostra-se relevante, visto que o conceito de centro de gravidade é pouco estudado em sala de aula, o que reforça a necessidade de metodologias que promovam a integração entre teoria e prática experimental.

Com base nos referenciais teóricos, a SEI desenvolvida foi estruturada em etapas investigativas com o objetivo de superar o ensino tradicional que limita a autonomia e o protagonismo dos discentes na construção do conhecimento.

A proposta didática aqui apresentada contribui para demonstrar que o estímulo à liberdade intelectual dos estudantes, por meio de atividades experimentais e da problematização contextualizada, pode favorecer uma aprendizagem significativa de novos saberes científicos em processos colaborativos.

Nesse sentido, a utilização de experimentos simples e acessíveis, como o equilíbrio de uma vassoura na horizontal e a problematização utilizando o deslocamento do CG em um plano inclinado, pode apresentar contribuições significativas para que o aluno desenvolva o raciocínio científico escolar, construa hipóteses, planeje estratégias e estabeleça relações entre variáveis para a compreensão do CG a partir da atividade experimental.

Para tanto, como desdobramento para pesquisas futuras, sugere-se a aplicação desta SEI em contexto escolar, para avaliar sua efetividade e possíveis ajustes, que podem ampliar o avanço das práticas pedagógicas investigativas no ensino de Física, avaliando o real impacto desta proposta no desempenho e engajamento dos alunos, bem como ampliando a discussão do tema de estudo deste trabalho com o conceito de centro de massa.

Dessa forma, esta proposta pode ser estudada e refletida por outros professores de quaisquer instituições de ensino médio e pesquisadores, com vistas a ser aplicada em condições reais de sala de aula, analisando o real impacto na aprendizagem significativa dos alunos em um tema pouco explorado no currículo de Física. Para tanto, este trabalho não deve ser entendido como uma fórmula pronta tal como uma “receita de bolo”, mas como uma ferramenta a ser adaptada pelos docentes

de acordo com sua realidade em sala de aula, com o intuito de proporcionar maior engajamento dos alunos.

REFERÊNCIAS

- 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, Jun, 2008.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília: MEC/SEF, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf. Acesso em: 20 abr. 2025.
- BONJORNO, J. R; RAMOS, C. M. Física 1: **Mecânica**. São Paulo: FTD, 1992.
- CARVALHO, A. M; P de. O ensino de ciências e a proposição de sequencias de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 18(3), 765–794. Dezembro, 2018.
- DOCA, R. H.; BISCUOLA, G.J.; BÔAS, N. V. **Tópicos de Física: Mecânica**. São Paulo: Saraiva, 2012.
- HACAR, M. A. P. dos S; SODRÉ, M. S. de O; OLIVEIRA, M. de F. A. de. BNCC e o ensino de ciências por investigação: análise de um curso de extensão. **Revista Educação Online**, v. 19, n.47, set./dez. 2024
- JUNIOR, F. R.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. **Os fundamentos da mecânica**. 9ª ed. São Paulo: Moderna, 2007.
- LAVOR, O. P; OLIVEIRA, E. A. G. Discutindo eletrostática através de uma sequência de ensino investigativa. **Revista de Enseñanza de La Física**. v. 34, n. 1, Enero-Junio, 2022.
- LEMOS, L. F. C.; TEIXIRA, C. S.; MOTA, C. B. Uma revisão sobre centro de gravidade e equilíbrio corporal. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**. v. 17, n. 4, 2009.
- MOURA, F. A.; de, SILVA, R. Sequência de Ensino Investigativa para o Estudo do Empuxo no Ensino Médio. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino -Universidade Estadual do Norte do Paraná**. Cornélio Procópio, v. 3, n. 1, p. 38-61, 2019.
- PAULINO, E. F. S; SANTOS, M; L dos; PORTO, M. D. O professor como mediador no processo ensino-aprendizagem de química sob a perspectiva de Vygotsky: analisando uma sequência de ensino investigativa. **Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana**. Curitiba, v.21, n.7, 2023.
- RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2021.
- SANTOS, J. da S. dos. Analisando os conceitos de queda livre estruturados por alunos do ensino médio em questões abertas investigativas. **Caderno Intersaberes**, v. 9, n. 18, 2020.

SÁ, E. F. de; PAULA, H. de F.; LIMA, M. E. C. de C.; AGUIAR, O. G. de. **As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de Ciências**. FAPEMIG; FINEP/MCT, 2007.

SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. **Física Clássica**, São Paulo: Atual, 2012.

SANTIAGO, R. B.; ARENAS, T. Proposta para o ensino-aprendizagem do centro de gravidade a partir do equilíbrio do corpo humano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 35, n.3, p. 956-976, dez. 2018.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n. 1, p. 7-27, jan/jun. 2017.

SILVA, T. de A.; SOUZA, S. P de; FIREMAN, E.C. Ensino de Ciências por investigação: contribuições da leitura para a alfabetização científica nos anos iniciais. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 346-193, set./dez. 2019.

TADIELLO, R. B.; ROBAINA, J. V. L. Análise das percepções docentes e discentes sobre a sequência de ensino investigativa. **Revista Insignare Scientia**. v.3, n.1, jan-abr. 2020.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades Investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte. v.13, n.3, set-dez.

APÊNDICE A – VISÃO GERAL DO KIT EXPERIMENTAL ETAPA 1
DIÁLOGO COM O ALUNO CONSIDERANDO O SEU CONHECIMENTO
PRÉVIO REFERENTE AO CONCEITO CG

- **EXPERIMENTO A1: EQUILÍBRIO DE VASSOURA NA HORIZONTAL**

Materiais: vassoura, barbante, fita adesiva ou fita crepe.

Construção:

- 1- Marque cinco pontos na vassoura, iniciando em uma das extremidades e finalizando no ponto em que o cabo está fixo às cerdas da vassoura, com quatro espaçamentos iguais entre esses pontos.
- 2- Utilize fita crepe ou adesiva para marcar esses pontos.
- 3- Amarre o barbante em um dos pontos sinalizado, de modo que a vassoura permaneça na posição de equilíbrio na horizontal.

- **EXPERIMENTO A2: DETERMINAÇÃO DO CENTRO DE GRAVIDADE (CG)
DE MATERIAIS DE ISOPOR**

Materiais: placa de isopor de 2cm de espessura (no mínimo), compasso, régua, palito de dente ou alfinete de costura, fita crepe ou fita adesiva, barbante, estilete, caneta,

Construção: para a confecção dos corpos materiais cujo CG será determinado sugere-se a seguinte etapa:

Disco de isopor: ajuste a abertura do compasso em 11cm com o auxílio de uma régua. Na sequência, trace um círculo no isopor e, com auxílio de um estilete, cortar o isopor para confeccionar o disco de isopor com massa homogênea.

Anel de isopor: ajuste a abertura do compasso em 11cm com o auxílio de uma régua. Na sequência, trace um círculo no isopor. Posteriormente, ajuste a abertura do compasso em 7cm com auxílio de uma régua, traçar um círculo concêntrico, no centro da circunferência de 11cm de raio.

Meio anel de isopor: ajuste a abertura do compasso em 11cm com auxílio de uma régua e trace uma circunferência no isopor. Utilize uma régua e marque dois pontos dessa circunferência passando pelo centro e marque o diâmetro da figura. Posteriormente, utilize o compasso com abertura de 7cm e coloque o ponto fixo do compasso no centro da circunferência e trace um círculo completo. Por fim, corte o anel com auxílio de um estilete retirando uma semicircunferência formando uma figura de meio anel de isopor.

APÊNDICE B – VISÃO GERAL DO KIT EXPERIMENTAL ETAPA 2
PROBLEMATIZAÇÃO

- **EXPERIMENTO: DISCO COM CENTRO DE GRAVIDADE DESLOCADO A SER UTILIZADOS EM SUPERFÍCIE PLANA E INCLINADA**

Materiais: isopor, estilete, uma pilha AA, fita adesiva ou fita crepe.

Construção: para a confecção do corpo material a ser utilizado na problematização sugere-se a seguinte etapa:

- 1 - Ajuste a abertura do compasso em 11cm com o auxílio de uma régua.
- 2- Na sequência, trace um círculo no isopor.
- 3- Com auxílio de um estilete, corte o isopor para confeccionar o disco de isopor com massa homogênea.
- 4- A partir do centro do disco de isopor a uma distância de 3cm, faça um furo superficial e encaixe a pilha AA. Em seguida, cubra a pilha com fita crepe ou adesiva, de forma que fique oculta aos alunos.

APÊNDICE C – PLANO DE AULA

DIÁLOGO COM O ALUNO CONSIDERANDO O SEU CONHECIMENTO PRÉVIO E ATIVIDADE EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR O CG – ETAPA 1

Objetivo: Investigar o conceito de Centro de Gravidade (CG) por meio de atividades experimentais investigativas, mobilizando conhecimentos prévios e promovendo a autonomia dos alunos na construção de explicações sobre o equilíbrio e o movimento dos corpos.

Habilidade na BNCC: (EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.

Tempo estimado em número(s) de aula(s): 1 hora aula de 50 minutos.

Público-alvo: Professores

Recurso(s) necessário(s): Disco de isopor, fita crepe ou fita adesiva, fio de barbante, estilete, caneta, régua, vassoura, compasso.

Detalhamento (dinâmica da proposta)

Momento 1 (primeiros 10 minutos da aula) – observando os conhecimentos prévios dos alunos

Iniciar a aula observando os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do equilíbrio de uma vassoura na horizontal.

Possíveis questões norteadoras: É possível equilibrar uma vassoura na horizontal utilizando um único ponto? Você sabe localizar esse ponto?

Após apresentar a questão norteadora e ouvir os conhecimentos dos alunos na determinação da localização, aproximadamente, do Centro de Gravidade (CG) da vassoura na posição horizontal, solicitar que os discentes realizem o experimento e determinem na prática o ponto de equilíbrio.

Posteriormente, perguntar aos alunos qual é o ponto do CG de três corpos nos formatos: um disco de massa distribuída homogeneamente, um anel e um meio anel, todos constituído de material de isopor, e iniciar no momento 2.

Momento 2 – (25 minutos de aula) – Determinação do CG dos corpos materiais

Neste momento, sugere-se que o professor organize os alunos em grupos de trabalho investigativo, na determinação do CG de três corpos sólidos constituído de isopor nos formatos de: um disco homogêneo, um anel e um meio anel.

Cada grupo deverá determinar o CG, utilizando a técnica de deixar o corpo na vertical em uma superfície plana. Sugere-se que os alunos iniciem com o disco de massa homogênea, posteriormente, pelo anel de isopor e, por fim, o material constituído de meio anel.

Disco de massa distribuída uniformemente de isopor

Colocar o disco na vertical em relação a uma superfície plana e traçar uma linha de uma borda a outra no material, na direção perpendicular da superfície de apoio, utilizando uma régua e caneta. Após esse momento, solicitar que o aluno gire o disco e trace mais três linhas verticais em relação a superfície. A posição de encontro das linhas traçadas corresponde o ponto CG do material.

Para verificar se a posição encontrada corresponde ao CG do disco, utilizar um palito de dente e espetar no ponto identificado. Caso o disco não rotacione para nenhum dos lados, provavelmente, o ponto identificado é o CG do corpo. Para melhor observação do resultado, sugere-se que utilize uma agulha ou alfinete a fim de diminuir o atrito do isopor.

Anel de isopor

Colocar o anel de isopor na posição em relação a uma superfície plana e traçar uma linha de uma borda a outra no material, na direção perpendicular da superfície de apoio, utilizando uma régua e caneta. Após esse momento, solicitar que o aluno gire o anel e trace mais três linhas, girando o corpo em 90° na vertical.

Após esse processo, o aluno deverá observar que nenhuma linha cruzou o material sólido.

Para determinar o ponto de cruzamento das linhas, utilizar um fio de barbante e colocar sobre cada reta traçada, deixando o barbante esticado e colado nas extremidades do anel com fita crepe. O ponto de cruzamento desses fios corresponde o possível ponto de CG do Material.

Para verificar se o ponto encontrado corresponde ao CG, colar fita crepe no ponto de cruzamentos dos barbantes e espetar com palito de dente, caso o disco

não gire ou não se mova para nenhum dos lados, provavelmente, o ponto corresponde ao CG do corpo. Para melhor observação do resultado, sugere-se que utilize uma agulha ou alfinete, a fim de diminuir o atrito.

Meio disco e meio anel de isopor

Colocar o meio anel na vertical em relação a uma superfície plana e traçar uma linha de uma borda a outra no material, na direção perpendicular da superfície de apoio, utilizando uma régua e caneta. Após esse procedimento, solicitar que o aluno gire o meio anel e trace mais três linhas verticais. O ponto de encontro corresponde o CG do material.

Para verificar se a posição encontrada corresponde ao CG, utilizar um palito de dente e espetar o ponto identificado. Caso o corpo não gire e não apresente tendência de rotacionar para nenhum dos lados, provavelmente, o ponto é o CG. Novamente, sugere-se usar uma agulha ou alfinete para reduzir o atrito.

Momento 3 – (15 minutos) – discussão final da etapa 1

Após o final do experimento, questionar os alunos sobre o que eles observaram e solicitar que registrem as informações obtidas, a fim de compartilhar com os demais grupos de trabalho. Caso o professor considere pertinente, sugere-se que retome os questionamentos dos alunos antes de iniciar o momento 2, verificando se a hipótese do CG para os três corpos coincidiram após realizar o experimento.

Neste momento, o professor pode iniciar a discussão referente a condição de equilíbrio e explicar por que ocorreu a rotação de alguns discos no teste para verificar a localização do CG do material no momento 2.

Sugere-se que o professor realize uma discussão sobre a relação entre o trabalho que os alunos fizeram e o método que a ciência emprega na realização de uma atividade investigativa.

Discutir sobre a importância na realização da prática experimental no ensino de Física de:

- i) levantar hipóteses.
- ii) realizar experimentos.
- iii) propor modelos e teorias.
- iv) reformular hipóteses, para a construção do conhecimento.

PROBLEMATIZAÇÃO – ETAPA 2

Objetivo: Investigar o conceito de Centro de Gravidade (CG) por meio de atividades experimentais investigativas, mobilizando conhecimentos prévios e promovendo a autonomia dos alunos na construção de explicações sobre o equilíbrio e o movimento dos corpos.

Habilidade na BNCC: (EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.

Tempo estimado em número(s) de aula(s): 1 hora aula de 50 minutos.

Público-alvo: Professores

Recurso(s) necessário(s): Disco de isopor com centro de gravidade deslocado, uma superfície inclinada, podendo ser diversos cadernos para elaborar um plano inclinado.

Detalhamento (dinâmica da proposta)

Momento 4 (primeiros 10 minutos da aula) – Problematização

No início da aula, sugere-se que o professor questione os alunos perguntando “Se o disco de isopor for colocado em uma superfície plana, o disco estará em equilíbrio? Como saber se o disco se encontra em equilíbrio na posição vertical? Quais forças estão envolvidas nessas condições?”

Nesta etapa, é recomendado que o docente utilize um disco de massa deslocada, com auxílio de uma pilha AA ou AAA.

Posteriormente, após ouvir as concepções dos alunos, sugere-se apresentar a problematização:

“O que aconteceria se o disco fosse colocado em um plano inclinado?”

Momento 5 (20 minutos de aula) – Investigação a partir da problematização

Nesse momento, sugere-se a organização dos alunos em grupos de pesquisa, para investigar a resolução da problematização com elaboração de hipóteses, análise das variáveis e conclusão final como teste das hipóteses, investigando o porquê o disco deslocou contra o sentido convencional de movimento.

Momento 6 (20 minutos de aula) – Momento de feedback

Nesse momento, sugere-se que cada grupo apresente sua hipótese elaborada antes de investigar a problematização e, posteriormente, solicitar como cada grupo realizou as etapas para identificar o fenômeno observado que foi o deslocamento contra o sentido convencional do disco em um plano inclinado.

APÊNDICE D – FOLHA DE REGISTRO DA ETAPA EXPERIMENTAL**ETAPA 1 - INVESTIGANDO O CENTRO DE GRAVIDADE**

Nome(s): _____

Turma: _____

Data: ____/____/____

Grupo: _____

1- EXPERIMENTO DA VASSOURA:

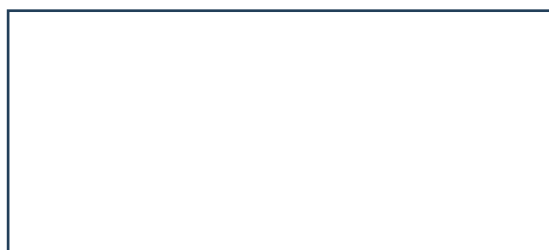
Hipótese inicial: Onde você acha que está o ponto de equilíbrio da vassoura?

Resultado experimental: Onde realmente está o ponto de equilíbrio?

Por que você acha que o ponto de equilíbrio está nessa posição?

2- DETERMINAÇÃO DO CG DOS OBJETOS: Para cada objeto, faça um desenho simples e marque onde você acha que está o CG antes do experimento, e onde você encontrou o CG após o experimento.

2.a - DISCO HOMOGÊNEO:



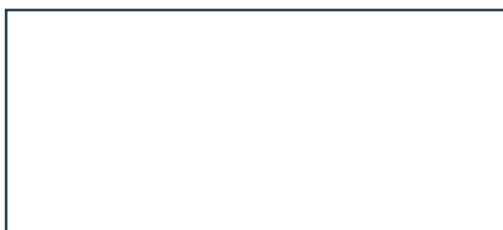
Espaço para desenho

Hipótese inicial:

Resultado experimental:

Observações:

2.b - ANEL:



Espaço para desenho

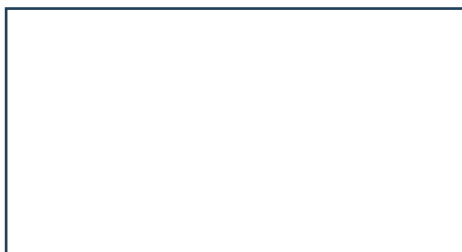
Hipótese inicial:

Resultado experimental:

Observações:

2c – MEIO DISCO COM

MEIO-ANEL:



Espaço para desenho

Hipótese inicial:

Resultado experimental:

Observações:

3- CONCLUSÕES:

O que determina a posição do CG de um objeto?

O CG sempre está localizado dentro do material do objeto? Explique.

Como a distribuição de massa influencia a posição do CG?

ETAPA 2 - O MISTÉRIO DO DISCO QUE "SOBE" A RAMPA

Nome(s): _____

Turma: _____

Data: ____/____/____

Grupo: _____

1- OBSERVAÇÃO INICIAL: O disco está em equilíbrio na superfície plana? Explique.

2- PROBLEMATIZAÇÃO: O que você acha que acontecerá quando colocarmos o disco na rampa?

Por que você acha que isso acontecerá?

3- EXPERIMENTO:

Descreva detalhadamente o que aconteceu quando o disco foi colocado na rampa:

O resultado foi o que você esperava? Se não, o que foi diferente?

4- FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES:

Que explicações seu grupo propõe para o fenômeno observado?

Hipótese 1: _____

Hipótese 2: _____

Hipótese 3: _____

5- INVESTIGAÇÃO:

Que testes vocês realizaram para verificar suas hipóteses?

Quais variáveis vocês analisaram? (Ex: inclinação da rampa, posição inicial do disco)

6- CONCLUSÃO: Qual a explicação científica para o fenômeno observado?

Como o conceito de Centro de Gravidade ajuda a explicar o movimento do disco?

7- APLICAÇÕES: Você consegue pensar em situações do cotidiano em que o conceito de CG é importante?
