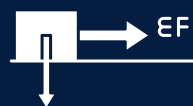




$$F = m \cdot a$$

$$EF = ma$$



PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA ATIVA DE ENSINO E APRENDIZAGEM
UTILIZANDO A ESTRATÉGIA DE ENSINO PHILLIPS 66 PARA
COMPREENSÃO DAS LEIS DE NEWTON NO ENSINO MÉDIO

Apresentado por:

JOSÉ CARLOS DA COSTA



2024

Mestrado Nacional Profissional em
Ensino de Física | MNPEF



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
MNPEF – POLO 36/UFAL

JOSÉ CARLOS DA COSTA

PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA ATIVA DE ENSINO E APRENDIZAGEM UTILIZANDO A ESTRATÉGIA
DE ENSINO PHILLIPS 66 PARA COMPREENSÃO DAS LEIS DE NEWTON
NO ENSINO MÉDIO

MACEIÓ
2024



JOSÉ CARLOS DA COSTA

SEQUÊNCIA ATIVA DE ENSINO E APRENDIZAGEM UTILIZANDO A ESTRATÉGIA
DE ENSINO PHILLIPS 66 PARA COMPREENSÃO DAS LEIS DE NEWTON
NO ENSINO MÉDIO

Este Produto Educacional é parte integrante da dissertação desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo 36 – UFAL/IF Maceió-AL, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Valentim dos Santos

MACEIÓ
2024

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Descrição das etapas da sequência didática.....	16
Figura 2.	Representação esquemática dos conteúdos de cada módulo didático.....	18
Figura 3.	Capa e introdução do Material Didático de Apoio.....	22
Figura 4.	Resumo dos formatos textual e audiovisual do Material Didático de Apoio.....	23
Figura 5.	Código QR para acessar o Material Didático de Apoio.....	24
Figura 6.	Capa do Guia Prático para Realização de Experimentos.....	26
Figura 7.	Quadro informativo que destaca os perigos de certas atividades e dá sugestões para garantir a segurança de alunos e professores.....	27
Figura 8.	Resumo dos objetivos das seções incluídas em cada atividade experimental.....	28
Figura 9.	Capa dos Relatórios de Verificação Operacional.....	30
Figura 10.	Exemplo de Relatório de Verificação Operacional.....	31
Figura 11.	Representação esquemática das principais etapas da EEP66.....	36
Figura 12.	Representação esquemática dos métodos de avaliação.....	38
Figura 13.	Ilustração das partes que compõem os MD.....	41
Figura 14.	Ilustração das etapas da implementação do módulo didático 1.....	44
Figura 15.	Código QR para acessar o Plano de Ensino.....	45
Figura 16.	Sete etapas da EEP66 para introduzir o conteúdo no primeiro MD.....	48
Figura 17.	Sino de mesa único e pequeno com campainha.....	49
Figura 18.	Ilustração da designação de uma atividade experimental para cada grupo constituído.....	50
Figura 19.	Ilustração do movimento de uma esfera em planos inclinados, de acordo com a teoria de Galileu.....	51
Figura 20.	Ilustração da inércia em nossa vida diária. Os elementos não estão representados de forma proporcional. Cores fantasias.....	52
Figura 21.	Uma pessoa em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), capturada em fotografias tiradas em intervalos de tempo regulares.....	52

Figura 22.	Ilustração da disposição dos grupos em sala de aula para a execução do segundo MD. Os elementos não estão representados de forma proporcional. Cores fantasias.....	59
Figura 23.	Ilustração das etapas da EEP66 para abordar o conteúdo do segundo MD	61
Figura 24.	Ilustração da primeira lei de Newton que descreve a tendência dos corpos a manter o equilíbrio, seja estático ou dinâmico.....	63
Figura 25.	Ilustração da disposição dos grupos em sala de aula para a execução do Módulo Didático 3. Os elementos não estão representados de forma proporcional. Cores fantasias.....	70
Figura 26.	Ilustração das etapas da EEP66 para abordar o conteúdo no terceiro MD.	72
Figura 27.	O comprimento l representa o módulo do vetor, enquanto r indica a sua direção.....	75
Figura 28.	Quando a força aplicada (F) no carrinho é superior à força de atrito (F_{at}) entre o carrinho e o solo, este move-se com aceleração constante. Os elementos não estão representados em proporção. Cores fictícias.....	75
Figura 29.	Diagrama de forças envolvidas ao movimentar uma caixa por uma pessoa. Os elementos não estão em escala. Apresentação em cores imaginativas.....	76
Figura 30.	Ilustração da disposição dos grupos em sala de aula para a execução do Módulo Didático 4. Os elementos não estão representados de forma proporcional. Cores fantasias.....	83
Figura 31.	Ilustração das etapas da EEP66 para abordar o conteúdo no quarto MD...	85
Figura 32.	A força peso (P) é a atração gravitacional exercida pelo planeta sobre um objeto. Os elementos não estão representados em proporção e distância. Apresentam cores fantasiosas.....	87
Figura 33.	Diagrama de forças que corresponde à etapa 3 da Atividade Experimental 4 - Objetos sob a ação de várias forças.....	88
Figura 34.	Ilustração da disposição dos grupos em sala de aula para a execução do Módulo Didático 5. Os elementos não estão representados de forma proporcional. Cores fantasias.....	96
Figura 35.	Ilustração das etapas da EEP66 para abordar o conteúdo no quinto MD...	98
Figura 36.	Os carrinhos são impulsionados por forças em direções opostas. Os elementos não estão em escala. Cores imaginativas.....	99
Figura 37.	Diagrama de forças para uma caixa colocada em uma mesa na superfície terrestre, com elementos representados sem proporção ou distância real. Cores fictícias.....	100

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1.	Uma simulação de colisão frontal demonstra o acionamento do <i>airbag</i> , um item obrigatório em todos os veículos fabricados no Brasil a partir de 2014.....	63
Imagem 2.	A moeda cai devido à inércia, após a placa ser retirada rapidamente.....	64
Imagem 3.	A força exercida pela corda é considerada uma força de contato.....	73
Imagem 4.	A força magnética é uma força que opera à distância.....	73
Imagem 5.	Retrato de Isaac Newton em 1702, pintado a óleo sobre tela por Godfrey Kneller.....	75
Imagem 6.	Ignorando a resistência do ar, a força resultante que atua em um objeto em queda livre, como a maçã nesta imagem, é o peso (P), o qual faz com que sua aceleração seja equivalente à aceleração da gravidade (g).....	86
Imagem 7.	Balanças portáteis digitais com gancho utilizadas na Atividade Experimental 4.....	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Plano de aula para o Módulo Didático 1.....	42
Quadro 2.	Perguntas do Relatório de Verificação Operacional da Atividade Experimental 1.....	54
Quadro 3.	Resolução das perguntas do Relatório de Verificação Operacional da Atividade Experimental 1.....	55
Quadro 4.	Plano de aula para o Módulo Didático 2.....	57
Quadro 5.	Perguntas do Relatório de Verificação Operacional da Atividade Experimental 2.....	65
Quadro 6.	Resolução das perguntas do Relatório de Verificação Operacional da Atividade Experimental 2.....	66
Quadro 7.	Plano de Aula para o Módulo Didático 3.....	68
Quadro 8.	Perguntas do Relatório de Verificação Operacional da Atividade Experimental 3.....	77
Quadro 9.	Resolução das perguntas do Relatório de Verificação Operacional da Atividade Experimental 3.....	79
Quadro 10.	Plano de Aula para o Módulo Didático 4.....	81
Quadro 11.	Perguntas do Relatório de Verificação Operacional da Atividade Experimental 4.....	89
Quadro 12.	Resolução das perguntas do Relatório de Verificação Operacional da Atividade Experimental 4.....	91
Quadro 13.	Plano de Aula para o Módulo Didático 5.....	93
Quadro 14.	Perguntas do Relatório de Verificação Operacional da Atividade Experimental 5.....	100
Quadro 15.	Resolução das perguntas do Relatório de Verificação Operacional da Atividade Experimental 5.....	101
Quadro 16.	Plano de aula para o Módulo Didático 6.....	103

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Distância percorrida para um objeto com velocidade constante.....	53
Equação 2. Fator de conversão entre unidades de velocidade.....	53
Equação 3. Segunda lei de Newton na forma vetorial.....	76
Equação 4. Cálculo da aceleração de uma caixa a partir da segunda lei de Newton.....	77
Equação 5. Fórmula do peso na forma vetorial.....	86
Equação 6. Cálculo do módulo da força registrada pelos dinamômetros no passo 3 da Atividade Experimental 4.....	88
Equação 7. Cálculo do módulo da força registrada pelos dinamômetros no passo 4 da Atividade Experimental 4.....	89
Equação 8. Terceira lei de Newton expressa matematicamente na forma vetorial.....	98

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	11
2 DADOS TÉCNICOS DO PRODUTO EDUCACIONAL	14
2.1 Formato	14
2.2 Conteúdo Programático	17
2.3 Público-alvo	19
2.4 Objetivos.....	20
2.5 Duração	21
2.6 Material Didático de Apoio.....	21
2.7 Guia Prático para Realização de Experimentos	25
2.8 Relatórios de Verificação Operacional.....	29
3 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS	33
3.1 Referencias Pedagógicos	33
3.1.1 Teoria Interacionista de Vygotsky.....	33
3.1.2 Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel	34
3.2 A Experimentação e o Ensino de Física.....	35
3.3 Estratégia de Ensino Phillips 66.....	35
3.4 Métodos de Avaliação.....	37
3.4.1 Avaliação de Conhecimentos Prévios (Pré-teste).....	38
3.4.2 Relatórios de Verificação Operacional.....	38
3.4.3 Observação Sistemática.....	39
3.4.4 Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (Pós-teste)	39
3.4.5 Avaliação da Estratégia de Ensino Phillips 66 e Autoavaliação Acadêmica do Aluno ..	40
4 IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	41
4.1 Módulo Didático 1	42
4.1.1 Plano de Aula	42
4.1.2 Aspectos Metodológicos	44
4.1.3 Revisão do Conhecimento	51
4.1.4 Relatório de Verificação Operacional	53
4.1.5 Resolução e Comentários das Atividades de Investigação.....	55
4.1.6 Orientações Didáticas Adicionais.....	55
4.2 Módulo Didático 2	57
4.1.1 Plano de Aula	57
4.1.2 Aspectos Metodológicos	58

4.1.3 Revisão do Conhecimento	62
4.1.4 Relatório de Verificação Operacional	64
4.1.5 Resolução e Comentários das Atividades de Investigação.....	65
4.1.6 Orientações Didáticas Adicionais.....	66
4.3 Módulo Didático 3	67
4.3.1 Plano de Aula	67
4.3.2 Aspectos Metodológicos	69
4.3.3 Revisão do Conhecimento	72
4.3.4 Relatório de Verificação Operacional	77
4.3.5 Resolução e Comentários das Atividades de Investigação.....	78
4.3.6 Orientações Didáticas Adicionais.....	80
4.4 Módulo Didático 4	80
4.4.1 Plano de Aula	80
4.4.2 Aspectos Metodológicos	82
4.4.3 Revisão do Conhecimento	85
4.4.4 Relatório de Verificação Operacional	89
4.4.5 Resolução e Comentários das Atividades de Investigação.....	90
4.4.6 Orientações Didáticas Adicionais.....	91
4.5 Módulo Didático 5	93
4.5.1 Plano de Aula	93
4.5.2 Aspectos Metodológicos	95
4.5.3 Revisão do Conhecimento	98
4.5.4 Relatório de Verificação Operacional	100
4.5.5 Resolução e Comentários das Atividades de Investigação.....	101
4.5.6 Orientações Didáticas Adicionais.....	102
4.6 Módulo Didático 6	103
4.6.1 Plano de Aula	103
4.6.2 Aspectos Metodológicos	105
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
APÊNDICE A – Guia Prático para Realização de Experimentos	110
APÊNDICE B – Relatórios de Verificação Operacional	127
APÊNDICE C – Avaliação de Conhecimentos Prévios (Pré-teste).....	140
APÊNDICE D – Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (Pós-teste)	144

APÊNDICE E – Avaliação da Estratégia de Ensino Phillips 66 e Autoavaliação Acadêmica do Aluno	149
APÊNDICE F – Formulário de Composição dos Grupos	154

1 APRESENTAÇÃO

Prezado(a) professor(a),

Este manual constitui o Produto Educacional (PE) desenvolvido no Programa de Pós Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Sociedade Brasileira de Física (SBF).

Este PE é uma sequência didática sobre as Leis de Newton em nível de Ensino Médio (EM), norteado pela Estratégia de Ensino Phillips 66 (EEP66) e fundamentado pela Teoria Interacionista de Vygotsky, pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e pela experimentação como prática para romper com o ensino tradicional e contribuir para uma aprendizagem significativa.

Este manual para aplicação da sequência didática foi confeccionado para fornecer ao professor um produto prático e facilmente replicável. Ele inclui etapas detalhadas para a execução, juntamente com os materiais necessários. Além disso, há *links* para recursos didáticos digitais que foram previamente preparados e armazenados na nuvem. O manual também oferece dicas de adições e melhorias opcionais que podem aprimorar ainda mais o produto.

Nosso principal objetivo é oferecer a educadores e alunos um recurso adicional valioso que pode ser explorado minuciosamente. Nossa intenção é aumentar as possibilidades de desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem por meio dessa contribuição.

Este PE foi projetado especificamente para professores de escolas de Ensino Médio (EM), especialmente aqueles que lecionam na primeira série. Entretanto, ele também é versátil o suficiente para ser usado em qualquer série do EM ou até mesmo nas séries mais avançadas do Ensino Fundamental (EF).

Este manual consiste em 5 (cinco) capítulos, sendo que o *Capítulo 2* enfoca especificamente os *Dados Técnicos do Produto Educacional*. Esse capítulo é essencial, pois oferece uma visão geral abrangente do trabalho, incluindo o formato, o conteúdo do programa, o público-alvo, os objetivos e os materiais de apoio pedagógico para professores e alunos. Além disso, este capítulo introduz aos professores duas ferramentas pedagógicas essenciais que desempenharão um papel significativo na dinâmica das aulas: o *Guia Prático para a Realização de Experimentos* e os *Relatórios de Verificação Operacional*.

Já no *Capítulo 3*, intitulado *Pressupostos Teóricos e Metodológicos*, nos aprofundamos nas teorias de Ausubel e Vygotsky que moldam nossa compreensão do aprendizado e do ensino. Essas teorias são essenciais para orientar o desenvolvimento e a implementação de nosso PE. Além disso, exploramos o papel crucial da experimentação no ensino de física, capacitando os alunos a construir ativamente seu próprio conhecimento. Neste capítulo apresentamos a abordagem de ensino eficaz conhecida como Phillips 66, que desempenhará um papel fundamental em nossas atividades em sala de aula. Evidenciamos, ainda, os métodos de avaliação que serão empregados em diferentes momentos da sequência de ensino: avaliação inicial, avaliação ao longo do processo e avaliação ao final do processo.

No *Capítulo 4*, intitulado *Implementação da Sequência Didática*, demonstramos como a sequência de ensino foi organizada em 6 (seis) etapas denominadas de Módulos Didáticos (MD). Cada MD foi criado especificamente para ser implementado em sala de aula em um período de 1 (uma) hora e 40 (quarenta) minutos, equivalente a 2 (duas) horas-aulas de 50 (cinquenta) minutos cada hora-aula.

Para cada MD, fornecemos descrições abrangentes dos recursos essenciais de que os professores precisam para ensinar com eficácia os diferentes conceitos relacionados às Leis de Newton. Esses recursos incluem planos de aula detalhados, orientações sobre abordagens metodológicas em sala de aula, revisões do conhecimento necessários para a realização de cada um dos experimentos, os relatórios de verificação operacional, resoluções e comentários sobre atividades de investigação, bem como orientações didáticas adicionais.

Os experimentos, que são parte integrante deste PE, podem ser realizados em sala de aula sem a necessidade de equipamentos avançados. O objetivo principal é promover uma integração perfeita entre os conceitos teóricos e as aplicações no mundo real. Por meio de experimentos envolventes, observações e coleta e análise sistemática de dados, os alunos são incentivados a explorar fenômenos naturais e iniciar discussões significativas sobre o mundo ao nosso redor.

No *Capítulo 5*, finalmente enfatizamos nossas expectativas em relação ao PE, além de explorar possíveis usos alternativos e discutir seu escopo. Concluimos este capítulo apresentando nossas recomendações finais e fornecendo comentários adicionais.

Por fim, considerando a magnitude dessa ambiciosa proposta, reconhecemos que nossos esforços estão longe de terminar e agradecemos todas as críticas e recomendações,

especialmente de nossos colegas da comunidade de ensino. Suas valiosas contribuições, sem dúvida, desempenharão um papel significativo no aprimoramento contínuo do nosso trabalho.

Os autores.

Maceió, Janeiro de 2024.

2 DADOS TÉCNICOS DO PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo intitulado *Dados Técnicos do Produto Educacional* fornece uma visão abrangente do produto educacional, descrevendo o seu formato, o conteúdo do programa, o público-alvo, os objetivos e os materiais de apoio pedagógico destinados a professores e alunos. Adicionalmente, este capítulo apresentará aos professores duas ferramentas pedagógicas essenciais: o *Guia Prático para a Realização dos Experimentos* e os *Relatórios de Acompanhamento da Aprendizagem*, que desempenharão um papel significativo na dinâmica das aulas.

2.1 Formato

Este produto educacional foi desenvolvido no formato de uma *Sequência Didática (SD)* com estratégias pedagógicas, também conhecida como *Sequência Ativa de Ensino e Aprendizagem*, para simplificar a exploração dos conceitos sobre as Leis de Newton da Mecânica (parte da física que estuda os movimentos). A SD será norteada pela Estratégia de Ensino Phillips 66 (EEP66) e fundamentada pela experimentação como prática para romper com o ensino tradicional. O objetivo é envolver os alunos em atividades práticas, permitindo que assumam o controle da construção do seu conhecimento.

Uma sequência didática é uma abordagem estruturada de instrução que visa aumentar a eficácia da aprendizagem. Ela envolve o arranjo sistemático de atividades que são projetadas para atingir um objetivo educacional específico. No campo conceitual, Zabala (1998) faz a seguinte menção em sua obra:

As sequências didáticas ou sequências de atividades de ensino/aprendizagem são: um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998, p. 18).

A sequência didática baseia-se no entendimento de que a aprendizagem é mais eficaz quando é objetiva e organizada. Cada atividade dentro da sequência é cuidadosamente selecionada e projetada para apoiar a obtenção dos resultados de aprendizagem desejados. As atividades são organizadas em uma ordem lógica, construídas umas sobre as outras e aumentando gradualmente a complexidade. Essa progressão ajuda os alunos a desenvolver uma compreensão profunda do assunto, pois eles são capazes de fazer conexões entre diferentes conceitos e aplicar seus conhecimentos em contextos cada vez mais questionados.

Nessa linha de raciocínio, pode-se salientar que:

O planejamento de uma sequência didática requer do professor conhecimento do contexto em que será aplicada e da organização dos módulos, inserindo na prática metodológica via SD a participação de todos os estudantes, tanto na elaboração de metas individuais quanto na concretização do plano coletivo (VALE DE SOUZA, 2018, p. 22).

Essa metodologia reforça a importância de organizar as experiências de aprendizagem de forma consistente e lógica, garantindo que os alunos passem de uma atividade para outra em uma sequência significativa. Ao seguir uma sequência didática, os educadores podem oferecer aos alunos um caminho de aprendizado claro e bem estruturado, permitindo que eles desenvolvam seus conhecimentos e habilidades anteriores.

No tocante ao desenvolvimento de um trabalho pedagógico mediado por uma sequência didática, Vale de Souza (2018) ensina que:

Ao realizar a sequência didática, apresenta-se a situação que será estudada, seguida da elaboração da primeira produção com a finalidade de direcionar o planejamento e a realização dos módulos, que dependerá das análises feitas a partir da produção principiante e de outras questões que mereçam ser destacadas nas aprendizagens discentes, encerrando-se com a produção final como forma de contemplar todas as intervenções realizadas durante a aplicabilidade da SD (VALE DE SOUZA, 2018, p. 22).

Com base nesses ensinamentos, a sequência de ensino proposta deste produto educacional é dividida em 6 etapas chamadas de Módulos Didáticos (MD). No Módulo Didático 1, a intenção é introduzir aos alunos a situação de estudo, as Leis de Newton da Mecânica (uma parte da física que aborda os movimentos), juntamente com a primeira atividade para orientar o planejamento e a execução dos MD seguintes.

Essa atividade inicial envolve a realização e apresentação de um experimento pelo professor-pesquisador, com o objetivo de introduzir o conteúdo e servir como modelo para os demais grupos. Essa abordagem segue a EEP66 e difere de um seminário tradicional. No capítulo 3, intitulado *Pressupostos Teóricos e Metodológicos*, mais especificamente na seção 3.3, todas as características e particularidades da abordagem de ensino conhecida como EEP66 serão explicadas e evidenciadas.

Nos MD 2, 3, 4 e 5, o foco principal da sequência didática será nas Leis de Newton para o movimento, juntamente com outros temas relevantes para o aprendizado dos alunos, seguindo a abordagem da EEP66. Já no Módulo Didático 6, a conclusão da sequência de ensino será marcada pela produção final, abrangendo todas as intervenções realizadas ao longo das etapas anteriores.

Na **Figura 1** a seguir, tem-se um esquema contendo as principais características da sequência didática apresentada neste produto educacional, bem como suas breves acepções, conforme descrito por Vale de Souza (2018) em seu livro "Sequências didáticas no ensino de línguas: experiências, reflexões e propostas".

Figura 1. Descrição das etapas da sequência didática.

01	<i>Módulo Didático</i>	Apresentar a situação de estudo e a primeira atividade para orientar o planejamento dos módulos didáticos subsequentes.
02	<i>Módulo Didático</i>	Foco principal nas Leis de Newton e outros temas relevantes para o aprendizado.
03	<i>Módulo Didático</i>	Foco principal nas Leis de Newton e outros temas relevantes para o aprendizado.
04	<i>Módulo Didático</i>	Foco principal nas Leis de Newton e outros temas relevantes para o aprendizado.
05	<i>Módulo Didático</i>	Foco principal nas Leis de Newton e outros temas relevantes para o aprendizado.
06	<i>Módulo Didático</i>	Produção final abrangendo todas as intervenções realizadas ao longo dos módulos anteriores.

Fonte: Autor (2024).

Um dos principais benefícios do uso de uma sequência didática é que ela promove o envolvimento e a participação ativa dos alunos. Ao incorporar uma variedade de atividades na sequência, como desenvolver em grupo, experimentos práticos e tarefas de resolução de problemas, os educadores podem atender a diferentes estilos e preferências de aprendizagem. Isso não apenas aumenta a motivação e o interesse dos alunos pelo assunto, mas também promove níveis mais profundos de compreensão e retenção de informações.

Concluindo, uma sequência didática é uma metodologia valiosa que pode aprimorar muito o processo de ensino e aprendizagem. Ao organizar atividades de maneira lógica e intencional, os educadores podem criar um caminho de aprendizagem eficaz que favoreça a progressão e o aproveitamento dos alunos. O uso de uma sequência de ensino-aprendizagem

promove o envolvimento ativo, a compreensão profunda e experiências de aprendizagem significativas para os alunos.

2.2 Conteúdo Programático

Este produto educacional é composto por 6 (seis) MD, nos quais exploraremos a Dinâmica¹ como um meio de explicar os movimentos de partículas², permitindo a identificação de situações cotidianas em que as Leis de Newton podem ser aplicadas. Esperamos que os alunos compreendam que os fenômenos a serem estudados, que envolvem grandezas físicas como forças de atrito, força gravitacional, massa e aceleração, podem ser compreendidos por meio dessas três leis fundamentais do movimento.

Juntamente com a EEP66, a experimentação é outra metodologia de ensino empregada nesta proposta de sequência ativa de ensino e aprendizagem. Essa abordagem visa estimular o pensamento crítico e o desenvolvimento de habilidades avançadas por meio de um engajamento intelectual ativo e diversificado, com o objetivo de construir significados.

Essas estratégias são essenciais para desenvolver ambientes de aprendizagem envolventes e eficazes que promovam o sucesso dos alunos. Seguindo essa abordagem, acreditamos que “a experimentação é uma parte importante do ensino de Ciências da Natureza, pois permite unir teoria e prática, sendo um motivador do processo ensino-aprendizagem” (MORTIMER *et al.*, 2020, p. 205).

Por essa razão, vários modelos experimentais e atividades simples são utilizados para promover a interação dos estudantes com os fenômenos físicos estudados durante a implementação dos primeiros cinco MD. O sexto módulo didático não inclui atividades experimentais, pois ele representa o produto final que engloba todas as intervenções abordadas nos módulos anteriores.

O início do primeiro módulo educativo é marcado pela realização da *Avaliação de Conhecimentos Prévios (ACP)*, que tem como propósito avaliar o conhecimento prévio dos

¹ Importante mencionar que “Dinâmica é a parte da Mecânica que estuda os movimentos e as causas que os produzem ou os modificam” (RAMALHO JUNIOR; FERRARO; SOARES, 2009, p. 212).

² A palavra “*partícula*” é usada para indicar que, em diversos fenômenos físicos, as dimensões dos corpos podem não ser importantes, mas a massa pode ser. Nessas circunstâncias, o modelo de partícula pode ser empregado para representar o corpo, considerando-o como um ponto geométrico onde toda a sua massa está concentrada. Assim, se as dimensões do corpo não forem relevantes na situação em estudo, ele pode ser tratado como partícula (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2012).

alunos, identificando possíveis erros conceituais e habilidades lógicas. Após a realização da ACP, será apresentado o *Plano de Ensino*, no qual será explicada a EEP66.

O conteúdo a ser abordado nesse primeiro módulo didático é o *Movimento: suas características e causas*, juntamente com a demonstração do experimento realizado pelo professor-pesquisador intitulado “*Análise do movimento retilíneo com um disco de ar*”. Esses temas serão explorados de acordo com a dinâmica da EEP66, com o objetivo de introduzir o conteúdo e servir como exemplo a ser seguido pelos demais grupos. Destaca-se que a apresentação não seguirá o formato tradicional de seminário.

Na **Figura 2** abaixo são apresentados, sequencialmente, os conteúdos de cada módulo didático, juntamente com as atividades experimentais que serão realizadas.

Figura 2. Representação esquemática dos conteúdos de cada módulo didático.



Fonte: Autor (2024).

No segundo módulo didático, conforme **Figura 2**, abordaremos a *Primeira Lei de Newton* e demonstraremos dois experimentos: “*Trombada*” e “*Expositor Inercial de Newton*”. No experimento “*Trombada*”, exploramos a inércia em corpos em movimento retilíneo uniforme (inércia de movimento). Enquanto no experimento “*Expositor Inercial de Newton*”, aplicamos o conceito de inércia a objetos em repouso (inércia de repouso).

No terceiro módulo didático, começamos a explorar a *Segunda Lei de Newton* com o experimento chamado "*Força e Movimento*". Dessa forma, introduzimos a análise das causas do movimento. Essa atividade ajuda os alunos a entender a conexão entre a força resultante e a aceleração, assim como a relação entre força e massa (consulte a **Figura 2**).

No quarto módulo educativo, vamos destacar a importância da distinção entre *massa e peso*, duas grandezas frequentemente confundidas. Embora o peso esteja associado à massa, ele representa uma força de ação à distância, sendo uma grandeza vetorial, ou seja, possui intensidade, direção e sentido, e varia de acordo com a aceleração gravitacional do planeta que atrai o corpo. Por outro lado, a massa é uma propriedade do corpo cujo valor permanece inalterado, mesmo quando medida em planetas com aceleração gravitacional diferente da Terra.

Continuando com o quarto módulo didático, vamos realizar o experimento "*Objetos sob a ação de várias forças*", que aborda o conceito de força como uma grandeza vetorial. Nesta atividade prática, os alunos poderão observar como a aplicação de múltiplas forças e a alteração na direção de cada uma podem afetar o equilíbrio dos objetos. E, ainda, analisar a aplicação da *Segunda Lei de Newton* em um objeto sujeito a várias forças (consultar a **Figura 2**).

No quinto módulo didático, iremos abordar a *Terceira Lei de Newton*, destacando um aspecto crucial da interação das forças nos objetos: elas sempre surgem em pares. O experimento proposto é denominado "*Ação e Reação*", e possibilita explorar a relação entre massa e aceleração, demonstrando como uma força de ação provoca uma força de reação em carrinhos com massas idênticas e em carrinhos com massas diferentes (consultar a **Figura 2**).

O sexto e último módulo educativo da sequência didática consistirá na realização da *Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (ACA)* para avaliar a aprendizagem dos alunos. Além disso, os alunos também completarão um questionário chamado *Autoavaliação Acadêmica do Aluno e da EEP66*, para expressar suas opiniões sobre o processo de autoavaliação dos participantes e da EEP66, derivadas da implementação da sequência didática.

Por fim, é importante mencionar que cada módulo didático é autossuficiente em relação à abordagem de conteúdos e à progressão de competências e habilidades. Assim, o desenvolvimento de cada módulo é independente de uma sequência específica e pode ser adaptado à realidade local e ao planejamento do professor.

2.3 Público-alvo

Este recurso educativo, sob a forma de sequência didática, foi especialmente elaborado para alunos do Ensino Médio (EM), principalmente os do primeiro ano. No entanto, este material instrucional é versátil o bastante para ser aplicado em qualquer série do Ensino Médio ou até mesmo nas etapas mais avançadas do Ensino Fundamental. A seleção foi feita considerando a relevância do tema em relação aos conteúdos comumente abordados nesse nível de ensino, exigindo habilidades e competências próprias dos alunos do primeiro ano do EM.

2.4 Objetivos

Este produto educacional tem como foco principal o desenvolvimento do ensino das Leis de Newton no Ensino Médio, utilizando a EEP66 em conjunto com uma abordagem experimental. Seu propósito é oferecer aos alunos fundamentos essenciais para compreender as diversas aplicações das três leis fundamentais do movimento no dia a dia. Para isso, destacamos os seguintes objetivos a serem alcançados por meio da utilização deste recurso educacional:

Objetivo Geral

- Desenvolver uma sequência ativa de ensino e aprendizagem com base nas teorias cognitivas de Ausubel e Vygotsky, utilizando a EEP66 e incorporando a experimentação para abordar o entendimento das Leis de Newton no ensino médio.

Objetivos Específicos

- Avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre as Leis de Newton, identificando potenciais equívocos conceituais e habilidades lógicas por meio da *Avaliação de Conhecimentos Prévios (ACP)*.
- Apresentar o *Plano de Ensino*, que abordará a EEP66 e conduzir o experimento “*Análise do movimento retilíneo com um disco de ar*” para introduzir os conceitos iniciais de atrito e inércia;
- Explorar a *Primeira Lei de Newton* por meio da realização de dois experimentos: “*Trombada*” e “*Expositor Inercial de Newton*”.
- Explorar a *Segunda Lei de Newton* através da execução do experimento “*Força e Movimento*” para compreender a ligação entre a força resultante e a aceleração, bem como a relação entre a força e a massa;

- Descrever a distinção entre *massa* e *peso*, através do experimento "*Objetos sob a ação de várias forças*", que aborda o conceito de força como uma grandeza vetorial;
- Abordar a *Terceira Lei de Newton* através da execução do experimento "*Ação e Reação*" para compreender como uma força de ação provoca uma força de reação;
- Verificar o desempenho dos alunos em relação ao conteúdo das Leis de Newton através da *Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (ACA)*;
- Avaliar o processo de aplicação da sequência ativa de ensino e aprendizagem usando o questionário *Autoavaliação Acadêmica do Aluno e da EEP66*;

2.5 Duração

A sequência didática foi organizada para ser implementada em 6 (seis) etapas denominadas de MD. Cada MD foi criado especificamente para ser implementado em sala de aula em um período de 1 (uma) hora e 40 (quarenta) minutos, equivalente a 2 (duas) horas-aulas de 50 (cinquenta) minutos cada hora-aula.

A sequência didática é guiada pela EEP66 e baseada na experimentação como método para inovar o ensino. Para isso, é necessário dividir os alunos em grupos. Recomendamos que cada Módulo Didático seja realizado em semanas separadas, permitindo que os grupos tenham tempo suficiente para desenvolver e testar os experimentos, além de preparar suas apresentações individuais.

2.6 Material Didático de Apoio

O Material Didático de Apoio apresentado neste produto educacional desempenha um papel fundamental na fase de implementação dos MD que compõem esta proposta de sequência ativa de ensino e aprendizagem, pois serve como um recurso valioso para professores e alunos. Este conteúdo foi desenvolvido com a intenção de ser a primeira fonte de pesquisa e estudo sobre o tema, assegurando que os alunos tenham uma base sólida e compreensão dos conteúdos abordados nos MD durante a sequência didática. A **Figura 3** abaixo exhibe a capa e a introdução do *Material Didático de Apoio* referenciado.

Figura 3. Capa e introdução do *Material Didático de Apoio*.



Fonte: Autor (2024).

Este conteúdo foi elaborado pelo professor-pesquisador a partir de uma compilação dos tópicos presentes em livros didáticos importantes, com o objetivo de auxiliar o processo de ensino. Ele oferece explicações e resumos claros para aprimorar a compreensão e a retenção do conteúdo. O *Material Didático de Apoio* foi elaborado em dois formatos: no formato textual e no formato audiovisual.

O conteúdo textual abrange 41 (quarenta e uma) páginas de explicação sobre as leis de Newton, incluindo tópicos como introdução, considerações preliminares, conceito de força, força resultante, equilíbrio de partículas, inércia, princípio fundamental da dinâmica, peso de um corpo, deformações em sistemas elásticos, ação e reação, e uma variedade de exercícios resolvidos ao longo das várias seções do material.

O conteúdo audiovisual é composto por 13 (treze) videoaulas gravadas pelo próprio professor-pesquisador, utilizando a plataforma de videoconferência *Google Meet*. Uma das principais funcionalidades do *Google Meet* é a capacidade de gravar reuniões, capturar discussões e apresentações. Além disso, as 13 (treze) videoaulas foram automaticamente salvas no *Google Drive* do professor-pesquisador, assegurando um armazenamento seguro e recuperação fácil do conteúdo gravado. Cada videoaula tem, em média, cerca de 25 (vinte e cinco) minutos de explicação dos tópicos do conteúdo, apresentados de forma textual.

Na **Figura 4** abaixo, podemos ver um esquema que resume as principais características e particularidades do *Material Didático de Apoio*. Veja:

Figura 4. Resumo dos formatos textual e audiovisual do *Material Didático de Apoio*.



Fonte: Autor (2024).

Para os professores, o *Material Didático de Apoio* oferece uma ferramenta valiosa para facilitar o ensino. Ele fornece a eles recursos prontos que podem ser usados para introduzir novos tópicos ou reforçar conceitos existentes. Ao utilizar esse material, os professores podem economizar tempo no planejamento e na preparação das aulas, permitindo que se concentrem em ministrar aulas envolventes e interativas.

Da mesma forma, os alunos se beneficiam muito do acesso ao *Material Didático de Apoio*. Ele serve como uma ponte entre os conceitos teóricos e a aplicação prática, ajudando os alunos a compreender ideias complexas com mais facilidade. O material geralmente inclui recursos visuais, como diagramas, gráficos ou ilustrações, que podem melhorar muito a compreensão e a retenção. Além disso, o *Material Didático de Apoio* geralmente inclui resumos concisos dos pontos principais, permitindo que os alunos revisem e reforcem seu aprendizado de forma independente.

O *Material Didático de Apoio* foi preparado antecipadamente, armazenado na nuvem e distribuído a todos os alunos no primeiro *Módulo Didático*. Além disso, os materiais estiveram acessíveis por meio de *links* clicáveis na *Turma Virtual* disponível no portal discente

denominado *Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA)*³ durante toda a fase de implementação da sequência didática, permitindo que os alunos os consultassem a qualquer momento.

Na **Figura 5** abaixo você poderá ter acesso ao *Material Didático de Apoio* por meio de um código QR⁴. Para ler um código QR, você precisará de um *smartphone* ou *tablet* com uma câmera integrada e um aplicativo de leitura de código QR. Em primeiro lugar, abra o aplicativo de leitura de código QR em seu dispositivo. Em seguida, segure o dispositivo com firmeza e posicione a câmera de modo que o código QR fique no quadro. O aplicativo detectará automaticamente o código e exibirá as informações associadas a ele.

Figura 5. Código QR para acessar o *Material Didático de Apoio*.



Fonte: Autor (2024).

Como alternativa, também é possível usar o aplicativo de câmera nativo do dispositivo para digitalizar códigos QR, ativando o recurso de digitalização de código QR nas configurações. Depois que o código QR for escaneado, você poderá acessar as informações ou concluir a ação desejada.

Em conclusão, o *Material Didático de Apoio* é um recurso inestimável tanto para professores quanto para alunos. Ele serve como uma ferramenta abrangente que auxilia no processo de instrução e aprendizado, fornecendo instruções, explicações e resumos claros. É altamente recomendado, também, que outros recursos, como livros didáticos, apostilas, sites de

³ O **SIGAA** automatiza procedimentos acadêmicos com módulos para graduação, pós-graduação, ensino técnico, projetos de pesquisa e extensão, monitoria, produção acadêmica, ensino a distância e Turma Virtual.

⁴ Um código **QR** tornou-se um método comum para acessar informações de forma rápida e conveniente.

educação e vídeos educacionais, sejam consultados pelos alunos para obter informações adicionais sobre os conteúdos trabalhados.

2.7 Guia Prático para Realização de Experimentos

O principal objetivo deste material educacional é aprimorar o ensino das Leis de Newton, empregando a EEP66 em conjunto com uma abordagem experimental. A metodologia de ensino com base na EEP66 requer a divisão dos alunos em grupos, nos quais cada grupo é encarregado de confeccionar e apresentar um experimento em sala de aula relacionado ao conteúdo da aula.

Ao combinar a EEP66 com abordagens experimentais, os educadores podem proporcionar uma experiência de ensino mais envolvente e significativa, preparando os alunos não apenas para compreender conceitos científicos, mas também para aplicá-los de maneira prática em situações do dia a dia.

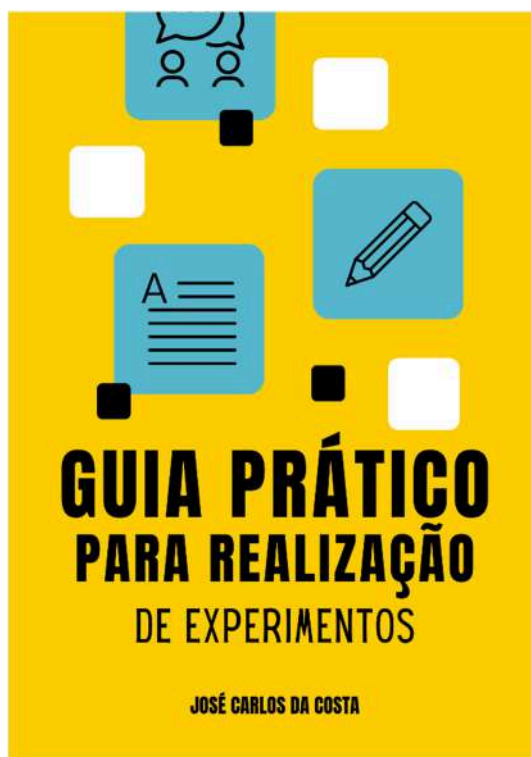
Considerando essa situação, foi elaborado o *Guia Prático para Realização de Experimentos*, com o propósito de orientação, sendo um recurso essencial para os estudantes que estão se familiarizando com a metodologia experimental. Ao oferecer instruções e explicações precisas, o guia auxilia os alunos na compreensão dos princípios básicos da realização de experimentos e ajuda no desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico.

Essa abordagem proporciona uma maneira dinâmica e participativa de aprender, incentivando os estudantes a se envolverem ativamente na construção do conhecimento. Ao trabalharem em grupo e desenvolverem experimentos práticos, os alunos têm a oportunidade não apenas de compreender as Leis de Newton de forma mais profunda, mas também de aplicar na prática o que estão aprendendo em sala de aula.

O *Guia Prático para Realização de Experimentos* serve como um roteiro que oferece orientações sobre diversos aspectos, como a concepção inicial da investigação, os materiais necessários, as técnicas de execução e as instruções sobre a apresentação em sala de aula. Ao seguir um guia bem estruturado, os alunos podem reduzir erros, aprimorar a reprodutibilidade e elevar a qualidade geral de seus experimentos.

A **Figura 6** mostra a capa do *Guia Prático para Realização de Experimentos*, que também está disponível no APÊNDICE A deste produto educacional.

Figura 6. Capa do *Guia Prático para Realização de Experimentos*.



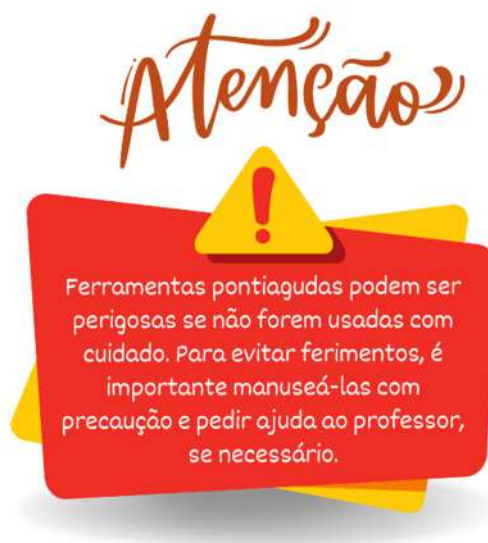
Fonte: Autor (2024).

Esse guia inclui seis atividades experimentais relacionadas às leis de Newton: "Análise do Movimento Retilíneo com um Disco de Ar", "Trombada", "Expositor Inercial de Newton", "Força e Movimento", "Objetos sob a Ação de várias Forças" e "Ação e Reação". Essas atividades experimentais serão apresentadas ao longo da implementação dos *MD*, conforme evidencia a **Figura 2** mostrada na *Seção 2.2 Conteúdo Programático*.

Ao longo de todo o *Guia Prático para Realização de Experimentos*, são realizadas várias atividades experimentais, sendo assim, existem quadros que advertem sobre potenciais perigos de certas atividades e oferecem sugestões para garantir a segurança dos estudantes e professores. É importante ressaltar que os experimentos devem ser realizados com cautela, sempre sob a supervisão do professor.

A **Figura 7** abaixo mostra um quadro que alerta sobre os possíveis perigos de certas atividades e fornece sugestões para garantir a segurança dos alunos e professores. Este aviso está presente na Atividade Experimental 3 – Força e Movimento, descrita no *Guia Prático para Realização de Experimentos*.

Figura 7. Quadro informativo que destaca os perigos de certas atividades e dá sugestões para garantir a segurança de alunos e professores.



Fonte: Autor (2024).

Além disso, o manual fornece orientações específicas divididas em 8 (oito) seções para cada experimento proposto. As seções são denominadas de “*Investigação*”, “*Materiais*”, “*O que fazer*”, “*Reflexão*”, “*Apresentação em sala de aula*”, “*Dicas importantes para a experimentação*”, “*Material Didático de Apoio*” e “*Fontes*”.

A **Figura 8** a seguir traz um resumo dos objetivos das seções presentes em cada atividade experimental de investigação. A seção denominada “*Investigação*” aborda questionamentos e curiosidades sobre os fenômenos físicos que serão explicados por meio dos experimentos.

Além de listar os materiais necessários para a realização dos experimentos, a seção “*Materiais*” também fornece informações detalhadas sobre a quantidade e especificidades de cada item. Antes de iniciar qualquer experimento é importante verificar se possui todos os materiais necessários, para assegurar o sucesso das investigações.

Na seção “*O que fazer*”, detalhamos o processo de construção e realização dos experimentos. Isso envolve a descrição das variáveis a serem controladas e medidas, juntamente com os métodos de coleta e análise de dados. Menciona a importância de documentar todos os resultados de maneira precisa e objetiva para facilitar a interpretação dos resultados e a formulação das conclusões.

A seção chamada “*Reflexão*” aborda questões relacionadas ao que foi visto ao longo da atividade experimental de investigação. Essas questões apresentam questionamentos que levam o estudante a utilizar os conceitos contemplados, com o objetivo de expandir o conteúdo exposto.

Figura 8. Resumo dos objetivos das seções incluídas em cada atividade experimental.

	1 - Investigação	Aborda dúvidas e questões sobre fenômenos físicos que serão esclarecidos por meio de experimentos.
	2 - Materiais	Fornecer uma lista detalhada de materiais necessários para os experimentos, incluindo quantidade e especificações de cada item.
	3 - O que fazer	Descreve o processo de construção e realização de experimentos, incluindo variáveis controladas, medidas, métodos de coleta e análise de dados.
	4 - Reflexão	Discute questões relevantes para expandir o conteúdo da atividade experimental.
	5 - Apresentação em sala de aula	Detalha o tempo disponível, etapas, funções de cada grupo e intervalos para o experimento em sala de aula.
	6 - Dicas importantes para a experimentação	Fornecer dicas e detalhes para a execução do experimento, incluindo alternativas de materiais, prevenção de falhas e sugestões de correções.
	7 - Material Didático de Apoio	Direciona o aluno para os conceitos-chave essenciais para entender o experimento.
	8 - Fontes	Creditar os autores e pesquisadores que contribuíram para a base teórica e metodológica do experimento.

Fonte: Autor (2024).

Na seção denominada de “*Apresentação em sala de aula*”, descrevemos o tempo total disponível para trabalhar o conteúdo do experimento em sala de aula, as etapas e as funções de cada grupo, e os respectivos intervalos de tempo para a execução de cada etapa.

Durante a apresentação em sala de aula, é essencial que o grupo esteja bem preparado para utilizar o tempo disponível de forma eficiente. Cada etapa do experimento deve ser cuidadosamente planejada para garantir que todas as informações importantes sejam transmitidas de maneira clara e concisa. Além disso, é importante que os integrantes do grupo estejam bem coordenados entre si, para que a apresentação flua de forma natural e envolvente para o restante da sala.

A seção “*Dicas importantes para a experimentação*” destaca alternativas de materiais a serem utilizados e detalhes específicos da execução do experimento, prevendo possíveis falhas e sugerindo correções. Nessa seção, é fundamental estar atento às diferentes opções de materiais que podem ser empregados, levando em consideração suas propriedades e como podem influenciar nos resultados do experimento. Ao antecipar possíveis falhas que podem ocorrer durante a experimentação, é possível tomar medidas preventivas e estar preparado para lidar com imprevistos, garantindo assim a qualidade e confiabilidade dos resultados obtidos.

A seção “*Material Didático de Apoio*” remete o aluno para os conceitos-chave que são fundamentais para a compreensão do experimento em questão. Dessa forma, o estudante pode aprofundar seus conhecimentos teóricos e, conseqüentemente, obter uma melhor compreensão e aproveitamento da prática experimental.

A seção “*Fontes*” fornece crédito aos autores e pesquisadores que contribuíram para a base teórica e metodológica do experimento. Ao citar as principais obras consultadas, os leitores podem ter acesso a fontes confiáveis e aprofundar seu conhecimento sobre o tema. Além disso, a inclusão dessas referências demonstra a seriedade e a transparência do trabalho realizado, respeitando a propriedade intelectual e contribuindo para a construção do conhecimento científico.

Por fim, ao utilizar esse material, os professores podem aprimorar suas estratégias de ensino, enquanto os alunos podem desenvolver uma base sólida sobre o assunto. O uso do *Guia Prático para Realização de Experimentos* promove práticas eficazes de ensino e aprendizado, resultando em melhores resultados educacionais.

2.8 Relatórios de Verificação Operacional

A EEP66, a ser delineada na *seção 3.3* do Capítulo 3, consiste na segmentação dos alunos em grupos. Cada grupo é encarregado de conceber e expor um experimento em sala de aula relacionado ao tema abordado. Enquanto um grupo apresenta seu experimento, os demais devem manter atenção plena, uma vez que serão questionados sobre o conteúdo da apresentação.

Esses questionamentos têm como objetivo incentivar os alunos a aplicar os conceitos abordados, a fim de aprofundar o conhecimento transmitido. Essas perguntas serão conduzidas por meio da distribuição de um material instrucional chamado *Relatórios de Verificação Operacional* para cada grupo de participantes.

A **Figura 9** a seguir mostra a capa dos *Relatórios de Verificação Operacional*, que também estão disponíveis no APÊNDICE B deste produto educacional.

Figura 9. Capa dos *Relatórios de Verificação Operacional*.



Fonte: Autor (2024).

Os *Relatórios de Verificação Operacional* foram cuidadosamente elaborados para auxiliar os alunos no processo de aplicação prática dos conceitos discutidos em sala de aula. Cada grupo terá a oportunidade de analisar e resolver problemas reais, promovendo assim a consolidação do aprendizado de forma dinâmica e interativa.

Além disso, essas atividades visam estimular a colaboração entre os participantes, incentivando o trabalho em equipe e a troca de experiências para um aprendizado mais completo e significativo. Através dessas práticas, os alunos poderão desenvolver habilidades essenciais para sua formação acadêmica e profissional, tornando-se mais aptos a enfrentar desafios futuros com criatividade e confiança.

Apesar de o *Relatório de Verificação Operacional* ter a palavra "relatório" em seu nome, trata-se de um material bastante simples de entender e preencher. Na parte superior, há um pequeno cabeçalho onde é necessário indicar a qual grupo o relatório pertence, inserir a data da aula, os nomes dos membros do grupo designados como coordenador e relator de acordo com a EEP66, a turma onde ocorreu a atividade e um quadro pequeno (*no canto superior*

esquerdo da folha) com instruções concisas sobre como preencher as respostas. Abaixo, centralizado, os alunos encontrarão um título com o nome da atividade experimental que será realizada naquela aula específica.

Todas essas informações estão detalhadas na **Figura 10** abaixo, que exemplifica um dos *Relatórios de Verificação Operacional* que os alunos deverão preencher ao longo da implementação dos MD. Esse documento específico também está disponível no APÊNDICE B deste produto educacional.

Figura 10. Exemplo de *Relatório de Verificação Operacional*.

RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO OPERACIONAL

Grupo: (A) (B) (C) (D) Data: ___/___/___
 Coordenador(a): _____ Turma: _____
 Relator(a): _____

Atividade Experimental
ANÁLISE DO MOVIMENTO RETILÍNEO COM UM DISCO DE AR

1 Questão
 Utilize suas observações para descrever as semelhanças e as diferenças entre os movimentos desenvolvidos pelo balão nas duas situações.

2 Questão
 Elabore hipóteses para explicar por que o disco de ar para na situação do passo 2 do procedimento experimental.

HIPÓTESE INICIAL

CONCLUSÃO

Fonte: Autor (2024).

Além disso, os *Relatórios de Verificação Operacional* foram estruturados sempre com três colunas distintas, seguindo um visual contendo elementos inspirados na esfera educacional. A primeira coluna contém a pergunta que os membros do grupo devem abordar, conforme mostra a **Figura 10** acima. Na segunda coluna, é o local designado para o grupo registrar sua hipótese inicial, a qual será elaborada após discussão e consenso. Por fim, na terceira coluna, o relator do grupo deve documentar a conclusão final dos membros somente após a conclusão da apresentação do experimento.

O principal objetivo da segunda coluna denominada “Hipótese Inicial” e da terceira coluna denominada “Conclusão” é proporcionar ao aluno a chance de corrigir erros no processo de aprendizagem. Os erros são uma parte natural da jornada de aprendizado, e permitir que os alunos corrijam seus erros promove uma mentalidade de crescimento.

Quando os alunos têm uma segunda chance, eles aprendem com seus erros, obtendo uma compreensão mais profunda dos conceitos. Esse processo reforça o aprendizado e garante que os alunos não repitam os mesmos erros no futuro. Além disso, a correção de erros estimula a resiliência e a perseverança, pois os alunos aprendem a superar desafios e a se esforçar para melhorar continuamente.

Responder a perguntas em grupos durante a aula é um aspecto crucial da educação que não deve ser subestimado e os *Relatórios de Verificação Operacional* proporcionam e facilitam esse aspecto do processo. Essa prática não apenas promove a interação dos alunos, mas também ajuda a expandir o conteúdo apresentado em sala de aula. Quando os alunos têm a oportunidade de trabalhar juntos para responder a perguntas, isso permite uma compreensão mais profunda do material.

No seu livro sobre as teorias da aprendizagem, Lefrançois (2016) destaca que "a interação social desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da cognição". A partir dessa premissa, ao discutir e debater diferentes perspectivas, os alunos podem obter novas percepções e desenvolver uma compreensão mais abrangente do tópico em questão. Essa abordagem colaborativa do aprendizado estimula o pensamento crítico e as habilidades de solução de problemas, pois os alunos são desafiados a defender suas ideias e a considerar pontos de vista alternativos.

Além disso, responder a perguntas em grupos ajuda a romper com o método tradicional de ensino em estilo de aula expositiva, que geralmente leva ao desinteresse do aluno. Em vez de ouvir passivamente o professor, os alunos participam ativamente do processo de aprendizagem, compartilhando seus pensamentos e opiniões com os colegas. Isso não apenas torna a experiência de aprendizagem mais agradável e dinâmica, mas também garante que os alunos estejam processando e aplicando ativamente as informações que aprenderam.

3 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

Este capítulo, intitulado *Pressupostos Teóricos e Metodológicos*, apresenta uma breve visão dos referenciais teóricos sobre aprendizagem e ensino utilizados para desenvolver o Produto Educacional (PE). Destaca-se as teorias cognitivas de Ausubel e Vygotsky. Detalhamos a metodologia ativa aplicada na implementação do PE em sala de aula, com foco na experimentação e no uso da EEP66. Além disso, destacam-se os métodos de avaliação selecionados para obter evidências de aprendizagem.

3.1 Referencias Pedagógicas

Esta sequência ativa de ensino e aprendizagem é fundamentada nas teorias cognitivas de Ausubel e Vygotsky, com o objetivo de desenvolver estratégias didáticas eficazes que considerem o conhecimento e as vivências dos alunos ao longo de sua trajetória acadêmica.

A escolha dessas teorias reflete a convicção do autor de que elas atendem às necessidades específicas da sequência proposta, promovendo uma abordagem que valoriza a construção significativa do conhecimento e estimula a participação ativa dos alunos, além de incentivar um ambiente de aprendizagem colaborativo que une aspectos individuais e interacionais do ensino.

3.1.1 Teoria Interacionista de Vygotsky

A Teoria Sociointeracionista de Vygotsky, elaborada pelo psicólogo russo Lev Vygotsky, destaca a importância da interação social e do contexto cultural no desenvolvimento cognitivo. Para ele, o aprendizado é essencialmente social e ocorre por meio de interações significativas com indivíduos mais experientes, que auxiliam o aluno a internalizar conhecimentos e habilidades.

Essa teoria baseia-se em três conceitos centrais: o papel da cultura, da linguagem e da colaboração entre aluno e professor. A cultura fornece as ferramentas, símbolos e valores que moldam a maneira como os indivíduos compreendem o mundo, enquanto a linguagem é vista como essencial para a comunicação e formação do pensamento, permitindo a construção de representações mentais que facilitam o raciocínio e a resolução de problemas.

Outro conceito importante é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que representa o intervalo entre o que uma pessoa pode realizar sozinha e o que consegue com a ajuda de outra mais experiente. É nessa zona que ocorre o aprendizado efetivo, pois o aluno, com apoio e orientação, é desafiado a superar seus limites atuais.

A teoria de Vygotsky impactou profundamente as práticas educacionais, inspirando métodos de ensino que priorizam a aprendizagem colaborativa e significativa. Ao aplicar essa abordagem, os educadores podem criar ambientes propícios para o desenvolvimento cognitivo, promovendo interações enriquecedoras e resultados de aprendizado mais eficazes para seus alunos.

3.1.2 Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel destaca a importância de conectar novas informações ao conhecimento prévio dos alunos, promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura. Para Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno é capaz de integrar novos conceitos em estruturas cognitivas já existentes, facilitando a retenção e o entendimento.

Essa teoria contrasta com a aprendizagem mecânica, na qual o conteúdo é memorizado sem conexão com o que o aluno já conhece, resultando em uma retenção superficial. Ausubel propõe o uso de *organizadores prévios*, que são materiais introdutórios projetados para facilitar a assimilação de novos conteúdos, servindo como “pontes cognitivas” entre o conhecimento existente e o que se pretende aprender.

A teoria de Ausubel também inclui o conceito de *subsunçores*, que são ideias-chave na estrutura cognitiva do aluno, usadas para ancorar novos conhecimentos. A assimilação se dá em três estágios: (1) a conexão inicial com o conhecimento prévio; (2) a interação e a modificação tanto do novo conhecimento quanto dos subsunçores; e (3) o estágio de *assimilação obliteradora*, onde a nova informação se torna uma parte integrada do conhecimento já adquirido.

Com isso, Ausubel enfatiza que a aprendizagem significativa é essencial para uma compreensão verdadeira e duradoura. Sua teoria inspira práticas educacionais que promovem a construção de conhecimento de forma ativa e integrada, utilizando organizadores prévios e respeitando o nível de conhecimento dos alunos para otimizar o aprendizado.

3.2 A Experimentação e o Ensino de Física

A inclusão da experimentação no ensino de física é essencial para que os alunos desenvolvam uma melhor compreensão dos conceitos abordados. Ao integrar atividades práticas, os professores possibilitam a conexão entre teoria e prática, promovendo o entendimento dos fenômenos naturais e a construção dos conceitos científicos de forma mais tangível e motivadora. Como destaca Thompson *et al.* (2020), experimentos em física são importantes tanto pelo desenvolvimento cognitivo quanto pelo engajamento dos alunos, especialmente quando fazem parte de uma sequência didática estruturada que favorece reflexões e discussões.

O PE proposto visa justamente fortalecer essa conexão entre teoria e prática, incentivando o aprendizado ativo por meio de seis MD, sendo que cinco incluem atividades experimentais a serem realizadas pelos alunos em grupo. Com isso, os alunos podem vivenciar e aplicar os conceitos estudados, estimulando o desenvolvimento de habilidades práticas e investigativas sem a necessidade de equipamentos complexos.

A interação entre colegas durante essas atividades é outro ponto enriquecedor, promovendo a troca de experiências e alinhando-se à Teoria Interacionista de Vygotsky, que vê o aprendizado como um processo social. Em suma, a experimentação torna as aulas de física mais dinâmicas e contextualizadas, oferecendo aos alunos não só conhecimento teórico, mas também habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas.

3.3 Estratégia de Ensino Phillips 66

A EEP66, desenvolvida por *Donald J. Phillips* durante sua gestão na *Hillsdale College*, é uma abordagem inovadora e amplamente reconhecida por promover o envolvimento dos alunos e desenvolver habilidades de pensamento crítico. Também conhecida como Discussão 6/6, Discussão 66 ou Técnica do Fracionamento, essa metodologia combina ensino expositivo com discussões interativas em pequenos grupos (HAYDT, 2011; CAMPOS; RESENDE NETO; GAY, 2012).

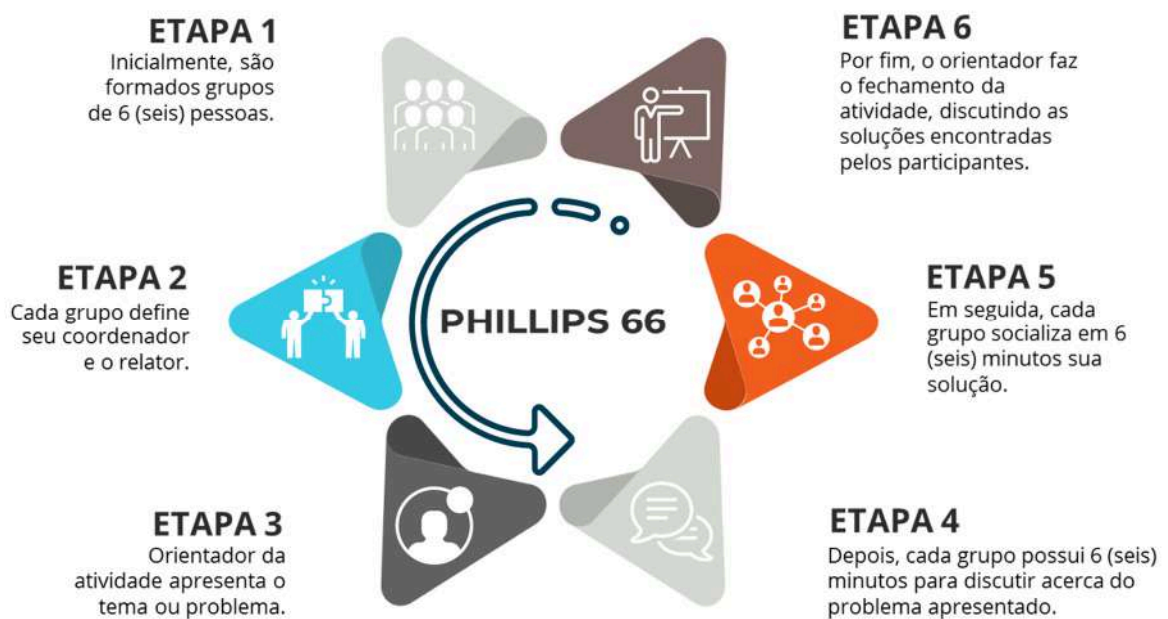
A Phillips 66 estrutura-se em seis etapas principais, promovendo a colaboração entre grupos de seis participantes, que discutem um tema por seis minutos. Inicialmente, o orientador (professor ou palestrante) apresenta o tema a ser abordado. Em seguida, os alunos são divididos em grupos de seis (ETAPA 1), escolhem um coordenador e um relator para organizar a

discussão (ETAPA 2) e recebem o problema ou tarefa (ETAPA 3). Durante seis minutos, cada grupo debate suas ideias e contribuições (ETAPA 4). Ao fim desse tempo, cada grupo compartilha suas conclusões com a turma em mais seis minutos (ETAPA 5). A atividade encerra com uma análise das soluções propostas, realizada pelo orientador (ETAPA 6) (ANASTASIOU; ALVES, 2005; MARCHESAN et al., 2017).

Essa abordagem é particularmente útil em situações onde o tempo é limitado, permitindo que se obtenham *insights* rápidos sobre interesses, problemas ou dúvidas dos estudantes, e se consolida como uma prática efetiva para engajar ativamente os alunos e facilitar a troca de ideias de maneira estruturada e eficaz (SOUZA; PINHEIRO, 2023; MATZAR, 2015).

A **Figura 11** a seguir apresenta um resumo das seis etapas da EEP66, destacando suas principais características e especificidades, conforme concebida por *Donald J. Phillips*.

Figura 11. Representação esquemática das principais etapas da EEP66.



Fonte: Autor (2024).

Na EEP66, o papel do aluno coordenador e do relator é essencial para o bom andamento das atividades. O coordenador organiza e coordena o grupo, assegurando que todos tenham oportunidade de participar e discutir, enquanto o relator documenta as ideias e conclusões, registrando as principais discussões. Esses papéis promovem a colaboração e permitem um ambiente de participação ativa e compartilhamento de conhecimentos (SOUZA; PINHEIRO, 2023).

Para atender às diversas necessidades dos alunos e professores, adaptações podem ser feitas na estratégia. Uma dessas adaptações inclui o uso de tecnologias, como aplicativos educacionais, para melhorar a compreensão e incentivar atividades interativas. O tempo de discussão e o número de participantes também podem variar conforme a necessidade, como sugerido por Souza e Pinheiro (2023). Por exemplo, o tempo de discussão originalmente definido como seis minutos pode ser estendido para dez, e o número de alunos por grupo pode ser ajustado.

Outra variação importante é a alternância de papéis entre os alunos em atividades recorrentes, permitindo que todos experimentem as funções de coordenador e relator. Essa prática será implementada em cinco dos seis módulos deste PE, garantindo maior engajamento e aprendizado. Por fim, apoio extra pode ser oferecido a alunos que enfrentem dificuldades, seja por meio de materiais adicionais ou orientação individual, assegurando que todos tenham as mesmas oportunidades de sucesso.

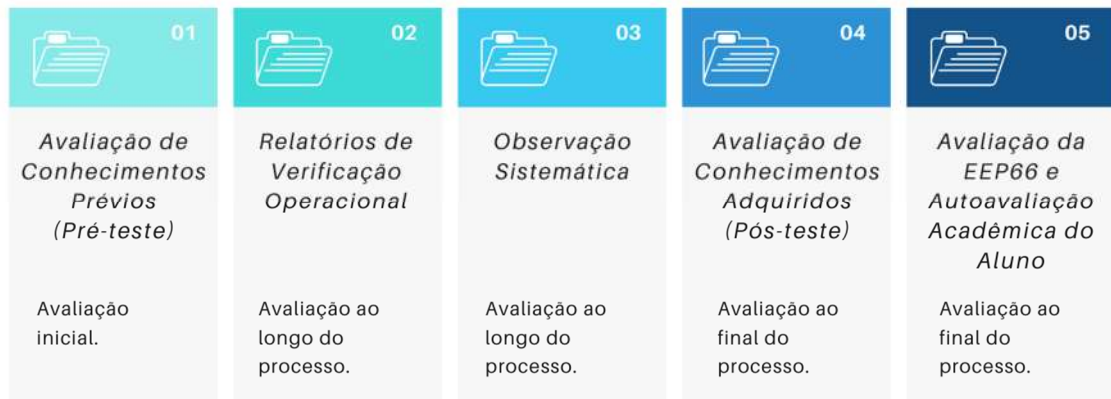
3.4 Métodos de Avaliação

A avaliação no ensino é essencial para garantir a qualidade educacional, avaliando o desempenho dos professores e o impacto de seus métodos nos alunos. Como destacam autores, a avaliação vai além da simples classificação e ajuda a refletir, ajustar e melhorar as práticas de ensino. A conscientização sobre a função da avaliação permite que os professores criem critérios alinhados aos objetivos de aprendizagem (THOMPSON *et al.*, 2020; SANTOS, 2020).

Neste PE, a avaliação é considerada um processo constante, permitindo que professores identifiquem áreas para ajustes e melhorem o aprendizado dos alunos. A avaliação contínua oferece *feedback* valioso para professores e alunos, ajudando a identificar e corrigir lacunas de compreensão e promovendo uma participação mais ativa e motivada na sala de aula. Esse *feedback* permite aos alunos reconhecerem seus pontos fortes e áreas de melhoria, enquanto os educadores podem adaptar suas abordagens de ensino para atender melhor às necessidades de todos.

Diferentes métodos de avaliação foram adotados para este PE, incluindo Avaliação de Conhecimentos Prévios, Relatórios de Verificação Operacional, Observação Sistemática, Avaliação de Conhecimentos Adquiridos e uma entrevista estruturada com Autoavaliação do Aluno. Esses métodos asseguram um acompanhamento abrangente e contínuo da evolução do aprendizado. A **Figura 12** resume esses métodos de avaliação.

Figura 12. Representação esquemática dos métodos de avaliação.



Fonte: Autor (2024).

3.4.1 Avaliação de Conhecimentos Prévios (Pré-teste)

A Avaliação de Conhecimentos Prévios (Pré-teste) é o primeiro instrumento utilizado neste PE, essencial para planejar e adaptar o ensino às necessidades dos alunos. Aplicada no início do processo de aprendizagem, essa avaliação permite que os professores compreendam o que os alunos já sabem, ajustando as aulas para se conectar com o conhecimento pré-existente. Como destacado por Thompson *et al.* (2020), seu objetivo é conhecer as necessidades dos estudantes, usando seus conhecimentos prévios como base para o ensino.

Este pré-teste, disponível no APÊNDICE C do PE, contém dez perguntas de múltipla escolha distribuídas em cinco seções, cada uma focada em conteúdos específicos que serão trabalhados nos MD.

3.4.2 Relatórios de Verificação Operacional

A EEP66, descrita no Capítulo 3 deste PE, organiza os alunos em grupos, onde cada grupo é responsável por criar e apresentar um experimento relacionado ao tema estudado, enquanto os demais acompanham e respondem a perguntas para consolidar o aprendizado. Como parte dessa estratégia, serão utilizados os Relatórios de Verificação Operacional (discutidos no Capítulo 2 e disponíveis no APÊNDICE B) para avaliar continuamente a compreensão dos alunos. Esses relatórios atuam como instrumentos de avaliação formativa, permitindo ao professor identificar e corrigir dificuldades ao longo do processo, o que segundo Thompson *et al.* (2020) e Santos (2020) é fundamental para garantir um aprendizado eficaz.

3.4.3 Observação Sistemática

Segundo Marconi e Lakatos (2003), a observação sistemática é uma técnica essencial de coleta de dados, que vai além da simples percepção visual e auditiva, permitindo uma análise profunda dos fenômenos estudados. Essa técnica, especialmente relevante para a pesquisa de campo, exige do pesquisador um plano detalhado e sistemático, permitindo obter *insights* que não podem ser alcançados por outros métodos. Contudo, as regras para essa observação devem ser flexíveis, pois os contextos e objetivos variam.

Neste estudo, as observações foram registradas ao final de cada módulo didático, com anotações sobre comportamentos, dúvidas inesperadas e outros fatores que influenciam o aprendizado. Inspirada no conceito de diário de bordo de Cañete (2010), essa prática fornece aos professores um registro contínuo e reflexivo de suas experiências e estratégias de ensino, ajudando a avaliar e melhorar as práticas pedagógicas.

A observação sistemática é considerada uma forma de avaliação formativa aqui, pois oferece dados que sustentam intervenções para aprimorar o processo de aprendizado dos alunos. Este método avaliará quatro aspectos da EEP66, conforme descrito por Anastasiou e Alves (2005): o envolvimento dos alunos, a participação nos papéis designados, a relevância das questões/sínteses, e a autoavaliação dos participantes, que será aprofundada por meio de entrevistas semiestruturadas.

3.4.4 Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (Pós-teste)

A Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (Pós-teste), disponível no APÊNDICE D deste PE, será aplicada ao final do último módulo didático após as apresentações dos grupos, de acordo com a EEP66. Esta avaliação visa mensurar o nível de compreensão e domínio dos temas discutidos nos módulos, além das habilidades dos alunos em resolver situações-problema semelhantes às abordadas nos experimentos (consulte APÊNDICE A).

Classificada como uma avaliação somativa, conforme Thompson *et al.* (2020) e Santos (2020), essa etapa permite sintetizar os avanços na aprendizagem de forma conclusiva. Composta por dez questões de múltipla escolha, distribuídas em cinco seções temáticas, a avaliação busca avaliar globalmente os conteúdos explorados, possibilitando ao professor medir a eficácia da estratégia de ensino e identificar áreas para melhorias futuras.

3.4.5 Avaliação da Estratégia de Ensino Phillips 66 e Autoavaliação Acadêmica do Aluno

A autoavaliação e a avaliação da EEP66 são componentes essenciais deste PE, permitindo uma avaliação contínua do processo de ensino-aprendizagem. Implementadas ao final do último módulo, essas avaliações proporcionam aos alunos uma oportunidade de reflexão sobre seu próprio aprendizado e desempenho. Conforme Thompson *et al.* (2020), a autoavaliação promove autonomia e responsabilidade nos estudantes, ajudando-os a reconhecer limitações e desenvolver estratégias de melhoria. Esse processo incentiva habilidades de pensamento crítico e o estabelecimento de metas pessoais, promovendo um aprendizado mais ativo e consciente.

Para os professores, a autoavaliação dos alunos fornece dados valiosos para personalizar o ensino de acordo com as necessidades específicas de cada estudante. As avaliações, são conduzidas via *Google Forms* (conforme APÊNDICE E), facilitam a coleta e análise de respostas, garantindo praticidade e eficiência. Com isso, os educadores têm uma visão mais completa do progresso de cada aluno, além do que é possível captar com avaliações tradicionais, permitindo uma adaptação mais eficaz das práticas pedagógicas.

4 IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste Capítulo 4, intitulado "Implementação da Sequência Didática", explicamos como a sequência de ensino foi estruturada em seis etapas chamadas de Módulos Didáticos (MD). Cada MD foi desenvolvido para ser aplicado em sala de aula durante um período de 1 hora e 40 minutos, o que equivale a 2 horas-aula de 50 minutos cada.

Em busca de uma padronização para orientar os professores na organização da implementação dos MD em sala de aula, decidiu-se dividir cada módulo em seis partes distintas. Estas partes incluem: Plano de aula, aspectos metodológicos, revisão do conhecimento, relatório de verificação operacional, resolução e comentários das atividades de investigação, e orientações didáticas adicionais. A única exceção é o último módulo didático, que, por ser o encerramento das atividades, é dividido em apenas duas partes: Plano de aula e aspectos metodológicos. A **Figura 13** a seguir ilustra as seis partes que compõem cinco dos seis MD mencionados anteriormente.

Figura 13. Ilustração das partes que compõem os MD.



Fonte: Autor (2024).

Esperamos que tenha uma jornada de aprendizado incrível enquanto explora este capítulo do Produto Educacional. Que cada página seja um convite ao conhecimento, e que as

palavras escritas aqui possam iluminar sua mente e aprofundar sua compreensão sobre o assunto em questão.

4.1 Módulo Didático 1

4.1.1 Plano de Aula

Os planos de aula são uma ferramenta essencial para os professores, pois fornecem uma estrutura clara e estruturada para o ensino de um determinado assunto ou tópico. Um plano de aula bem elaborado permite que o professor comunique efetivamente os objetivos e resultados do aprendizado aos alunos. No **Quadro 1** abaixo, apresenta-se o plano de aula que guiará a execução do primeiro módulo didático na sequência de ensino e aprendizagem.

Quadro 1. Plano de aula para o Módulo Didático 1.

IDENTIFICAÇÃO			
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas IFAL – <i>Campus</i> Santana do Ipanema			
Professor: José Carlos da Costa	Curso: Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Administração	Período: 1ª Série	Disciplina: Física 1
Tema: Movimento – Suas características e causas.			Carga Horária: 1 hora e 40 minutos
OBJETIVOS			
Geral:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entender que a Dinâmica é a área da Mecânica que investiga os movimentos e as causas que os geram ou alteram. Os estudantes precisam identificar os elementos que influenciam a interrupção do movimento de um objeto, podendo concluir que, sem atrito, o movimento do objeto seria ininterrupto. 			
Específicos:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Responder a Avaliação de Conhecimentos Prévios (Pré-teste); ✓ Compreender que não é necessário aplicar uma força para manter um movimento; ✓ Compreender as noções iniciais relacionadas aos conceitos de atrito e inércia; ✓ Conhecer o conceito de inércia e o desenvolvimento de sua formulação; ✓ Entender a descrição dos conceitos que envolvem o estudo dos movimentos, sejam com velocidade constante ou acelerados. 			
CONTEÚDOS			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Considerações preliminares: conceito da grandeza força, efeito dinâmica de uma força e conceito de força resultante; ✓ Equilíbrio de uma partícula; ✓ Galileu e a Inércia; ✓ Conceito de inércia e o desenvolvimento da sua formulação; ✓ Descrição do movimento retilíneo uniforme. 			

PROCEDIMENTOS

- ✓ **Avaliação de Conhecimentos Prévios (APÊNDICE C) | Duração de 35 minutos:** O professor deve iniciar a aula com a aplicação da Avaliação de Conhecimentos Prévios (Pré-teste). O objetivo é compreender as necessidades dos alunos e planejar o ensino com base no que eles já sabem, levando em consideração seus conhecimentos prévios. Esse processo deve ser feito no início das atividades;
- ✓ **Plano de Ensino | Duração de 17 minutos:** Depois de concluir a Avaliação de Conhecimentos Prévios, o professor deve apresentar o Plano de Ensino para a turma, contendo todas as informações essenciais para a execução da sequência de ensino e aprendizagem. Isso inclui explicar as características da EEP66, detalhar o conteúdo programático de todas as aulas, estabelecer um calendário de apresentações, formar os grupos de alunos e esclarecer os critérios de avaliação que serão usados para compor a nota do bimestre ou trimestre;
- ✓ **Introdução ao Conteúdo | Duração de 48 minutos:** No primeiro dia de aula, o professor deverá apresentar o experimento “*Análise do Movimento Retilíneo com um Disco de Ar*” (APÊNDICE A) para introduzir os conteúdos da aula e servir de exemplo de metodologia para os grupos formados. A abordagem utilizada na apresentação do experimento segue a EEP66 e difere de um seminário tradicional.

AVALIAÇÃO

- ✓ A avaliação dos alunos será feita de maneira diagnóstica através da Avaliação de Conhecimentos Prévios (APÊNDICE C);
- ✓ A avaliação dos alunos será feita de maneira contínua (avaliação formativa), considerando o desempenho dos estudantes nas questões do Relatório de Verificação Operacional (APÊNDICE B);
- ✓ A avaliação dos alunos será feita de maneira contínua (avaliação formativa), através de uma observação sistemática e considerando a participação dos estudantes nas discussões que surgem durante a aula e nas funções desempenhadas dentro do grupo.

RECURSOS DIDÁTICOS

- ✓ Cópias impressas da Avaliação de Conhecimentos Prévios (Pré-teste);
- ✓ Cópias impressas do *Relatório de Verificação Operacional* (APÊNDICE B) para a Atividade Experimental 1 – Análise do Movimento Retilíneo com um Disco de ar;
- ✓ Experimento denominado “*Análise do Movimento Retilíneo com um Disco de ar*” (APÊNDICE A) inteiramente confeccionado pelo professor;
- ✓ Apresentação de *slides* elaborada pelo professor com o conteúdo da aula;
- ✓ *Smartphone* com função cronometro e/ou temporizador
- ✓ Sino de mesa único e pequeno com campainha;
- ✓ Computador com software de apresentação;
- ✓ Passador de *slides* com pilha AAA;
- ✓ Pinceis para quadro branco;
- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Quadro branco;
- ✓ Apagador.

INDICAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **Tópicos de Física**. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 1 v. CD-ROM.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009. 1 v. CD-ROM.

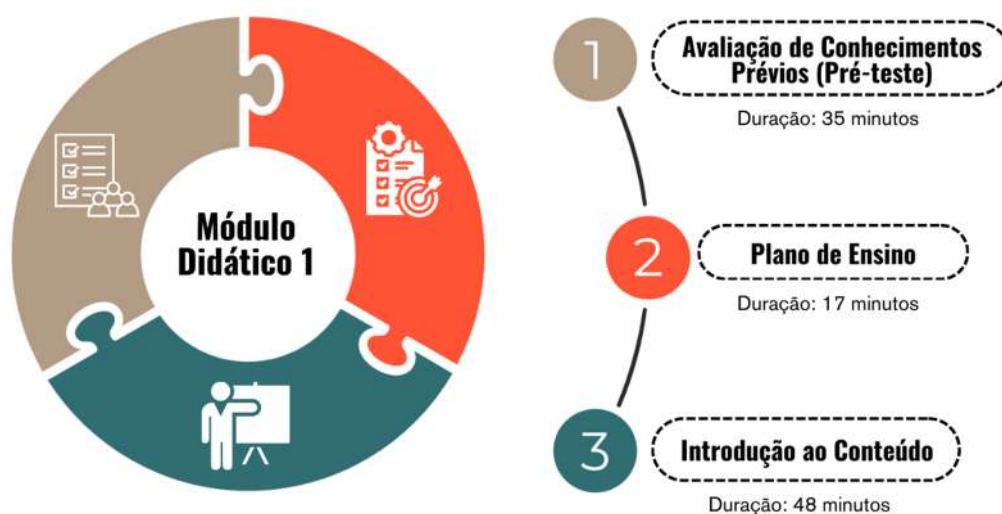
Reforçamos a importância dos planos de aula, pois ajudam os professores a gerenciar com eficácia seu tempo e seus recursos, permitindo-lhes alocar o tempo adequado para cada atividade. Com um plano de aula bem preparado, os professores podem ministrar suas aulas com confiança, garantindo que todos os alunos tenham a mesma oportunidade de aprender e obter sucesso.

4.1.2 Aspectos Metodológicos

Essa parte intitulada "Aspectos Metodológicos" tem como propósito aprofundar as informações que foram resumidas, por questões de concisão, na seção de procedimentos do plano de aula mencionado anteriormente. Assim, é possível elaborar um relato de experiência com sugestões bastante detalhadas para a implementação dos MD que fazem parte dessa sequência de ensino e aprendizagem.

Cada MD foi desenvolvido para ser aplicado em sala de aula durante um período de 1 hora e 40 minutos, o que equivale a 2 horas-aula de 50 minutos cada. Com base nisso, o primeiro módulo foi dividido em três partes: Avaliação de Conhecimentos Prévios (Pré-teste), exposição da Metodologia Phillips 66 e Introdução do Conteúdo com a realização do experimento "*Análise do Movimento Retilíneo com um Disco de Ar*" pelo professor-pesquisador. A ilustração da **Figura 14** mostra as etapas que fazem parte da implementação deste MD inicial.

Figura 14. Ilustração das etapas da implementação do módulo didático 1.



Fonte: Autor (2024).

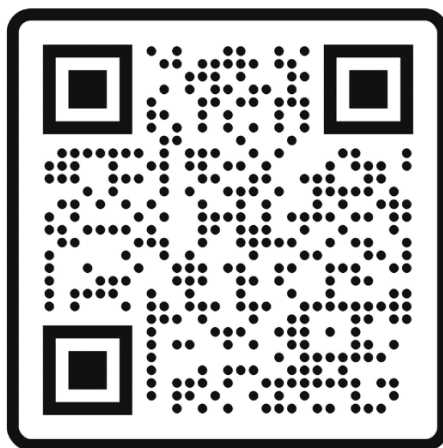
O professor deve começar a aula aplicando Avaliação de Conhecimentos Prévios (Pré-teste), disponível no APÊNDICE C deste Produto Educacional, para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos antes de introduzir o novo conteúdo de Física - As Leis de Newton. Os alunos receberão um questionário com dez questões, cujo objetivo é avaliar o conhecimento prévio sobre o tema e auxiliar o professor a identificar áreas que precisam de mais atenção para melhorar o processo de ensino.

Durante a avaliação, é importante informar aos alunos que não é permitido o uso de celulares, consulta a livros, notas ou colegas próximos. Após responderem às questões, os alunos devem preencher o gabarito na primeira página da avaliação, marcando as alternativas com uma caneta esferográfica azul ou preta. Eles terão até 35 (trinta e cinco) minutos para concluir a avaliação e entregá-la ao professor.

Após a conclusão da Avaliação de Conhecimentos Prévios, é fundamental que o professor compartilhe o Plano de Ensino com a turma. O docente terá até 17 (dezesete) minutos para concluir a apresentação do Plano de Ensino (consulte a **Figura 14**). Este plano deve conter informações essenciais para a condução da sequência de ensino e aprendizagem. Isso envolve explicar as características da EEP66, detalhar o conteúdo programático de todas as aulas, estabelecer um calendário de apresentações, formar os grupos de alunos e explicar os critérios de avaliação que serão utilizados para compor a nota do bimestre ou trimestre.

Na **Figura 15** abaixo, você pode acessar o Plano de Ensino criado para esta sequência didática através de um código QR. Para digitalizar um código QR, é essencial possuir um *smartphone* ou *tablet* com uma câmera integrada e um aplicativo de leitura de QR.

Figura 15. Código QR para acessar o Plano de Ensino.



Fonte: Autor (2024).

Na segunda parte do módulo didático inicial, é a hora de criar os grupos de alunos. O Produto Educacional foi projetado para ser usado com quatro grupos em cada turma, com oito a nove alunos em cada grupo. Ao organizar os grupos e determinar o número de integrantes em cada um, é fundamental levar em conta o número de alunos na sala de aula e o tempo disponível para realizar as atividades de ensino propostas nessa sequência didática. Após a formação dos grupos, o professor deve fornecer o *Formulário de Composição dos Grupos* (APÊNDICE F), no qual os participantes devem escrever seus nomes e informações de contato pessoal.

A formação dos grupos para a implementação deste PE foi feita de forma aleatória, utilizando o *Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas* (SIGAA), que inclui a funcionalidade de agrupamento aleatório de alunos. Os grupos aleatórios podem ser formados com o uso de quaisquer algoritmos ou sistemas que atribuem indivíduos a diferentes equipes ou projetos sem nenhum critério ou viés específico. Acreditamos que a formação de grupos aleatórios pode ser particularmente útil em situações em que a diversidade e a colaboração são valorizadas. Além disso, a atribuição aleatória de alunos aos grupos incentiva a troca de ideias, perspectivas e habilidades diferentes, levando a soluções inovadoras e a um trabalho em equipe aprimorado.

A terceira fase do módulo didático inicial compreende a introdução ao conteúdo das leis de Newton. O foco deste módulo é o *Movimento: suas características e causas*, e inclui a demonstração do experimento "*Análise do movimento retilíneo com um disco de ar*" pelo professor. O tempo previsto para a conclusão desta introdução ao conteúdo das leis de Newton é de até 48 minutos (consulte a **Figura 14**).

Considerando a abordagem de ensino baseada na EEP66, a metodologia requer que os alunos sejam divididos em grupos. Cada grupo é responsável por criar e apresentar um experimento em sala de aula relacionado ao tema da aula. Diante desse contexto, a demonstração do experimento "*Análise do movimento retilíneo com um disco de ar*" pelo professor será feita seguindo a dinâmica da EEP66, com o intuito de apresentar o conteúdo e servir como modelo ou rodada de teste para os quatro grupos em cada turma. É importante ressaltar que a apresentação não será no formato tradicional de seminário.

Os grupos foram designados como Grupo A, Grupo B, Grupo C e Grupo D. Em seguida, o professor deve pedir aos alunos pertencentes a cada grupo que reposicionem as cadeiras da sala, de modo que os membros do grupo se reúnam em uma área específica da sala de aula. Isso facilitará a interação e a troca de ideias. Após essa etapa, o professor deve fornecer uma cópia

do *Relatório de Verificação Operacional* para a Atividade Experimental 1 - Análise do Movimento Retilíneo com um Disco de Ar (APÊNDICE B) para os Grupos A, B, C e D.

Logo após, cada grupo deve designar um membro como coordenador e outro como relator. O aluno coordenador tem um papel crucial na facilitação da comunicação e colaboração entre os participantes. Sua responsabilidade inclui organizar e gerenciar as sessões, assegurando que todos tenham oportunidade de contribuir e participar ativamente no processo de aprendizagem. Por outro lado, o aluno relator tem a importante função de documentar as discussões e resultados de cada sessão. Ele toma notas, registra pontos importantes e resume as principais conclusões das conversas.

A apresentação será realizada em 48 (quarenta e oito) minutos e ocorrerá em 7 (sete) etapas da seguinte forma:

Etapla 1 – 3 (três) minutos para a realização do experimento pelo professor à frente da classe com possíveis repetições;

Etapla 2 – 6 (seis) minutos para os grupos discutirem a explicação do fenômeno e registrarem as hipóteses iniciais para as perguntas contidas no *Relatório de Verificação Operacional*;

Etapla 3 – 4 (quatro) minutos para o coordenador de cada grupo explicar as hipóteses iniciais e/ou respostas encontradas;

Etapla 4 – 10 (dez) minutos para o professor explicar o experimento levando em conta alguns critérios presentes na BNCC (2018):

- i. O fenômeno físico da experimentação;
- ii. Se houver alguma modelagem matemática deve ser apresentada;
- iii. Uma aplicação no dia a dia;
- iv. Por fim, algo relacionado a melhoria na qualidade de vida ou segurança ou sustentabilidade ou diversidade étnica e cultural;

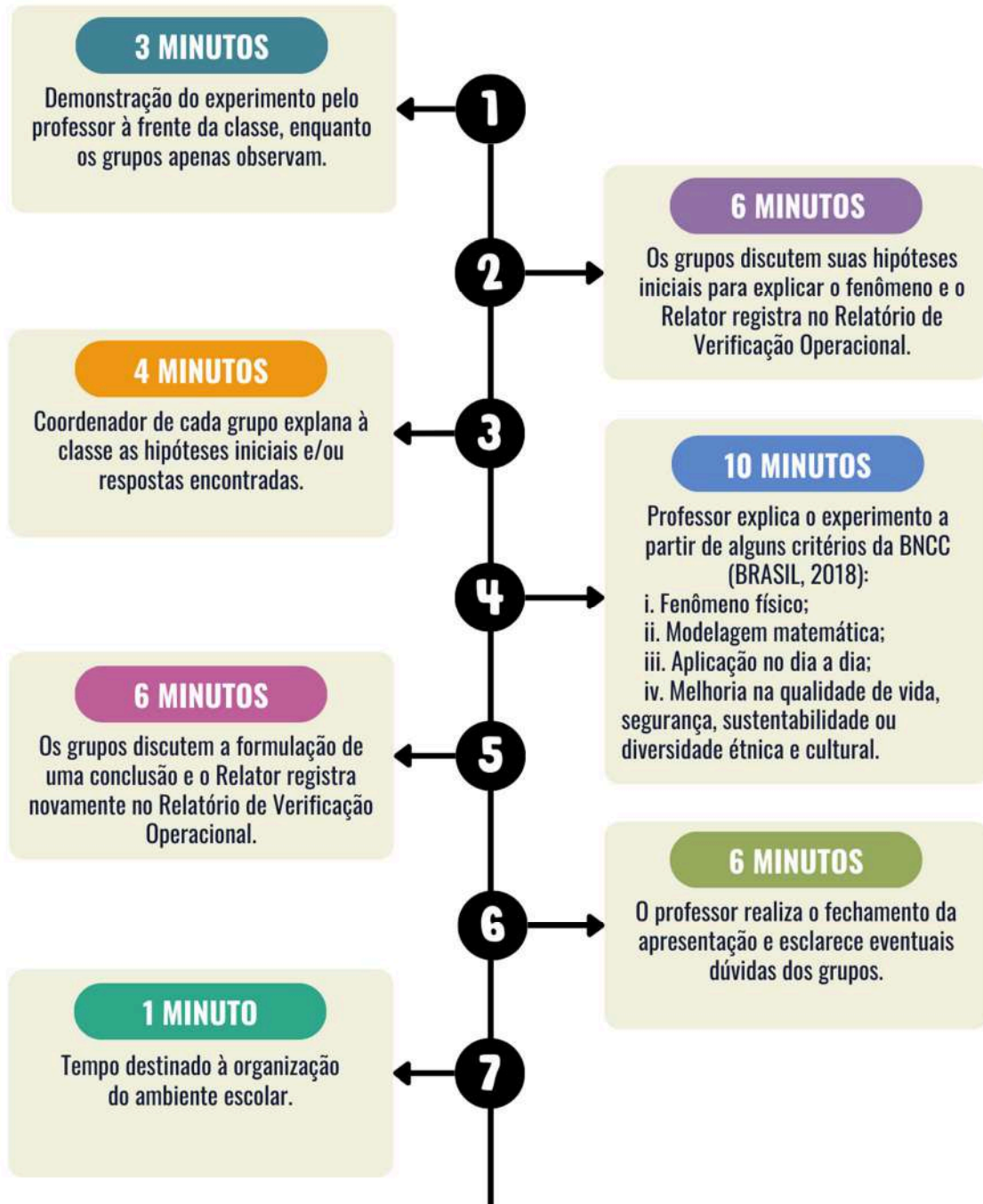
Etapla 5 – 6 (seis) minutos para os demais grupos discutirem a formulação de uma conclusão ou a manutenção da hipótese inicial e registrarem novamente no *Relatório de Verificação Operacional*;

Etapla 6 – 6 (seis) minutos para o orientador (professor) realizar o fechamento da apresentação;

Etapla 7 – 1 (um) minuto final para organização do ambiente escolar.

A ilustração na **Figura 16** apresenta as sete etapas que o professor deve seguir ao utilizar a EEP66 para introduzir o conteúdo abordado no Módulo Didático 1 da sequência de ensino e aprendizagem.

Figura 16. Sete etapas da EEP66 para introduzir o conteúdo no primeiro MD.



Fonte: Autor (2024).

Os períodos de tempo que marcam cada etapa ao longo da EEP66 devem ser cronometrados pelo professor e pelo aluno coordenador de cada grupo. Além de desempenhar

um papel crucial na facilitação da comunicação e colaboração entre os participantes, o aluno coordenador deve monitorar o tempo disponível para cada etapa dentro da metodologia de ensino e aprendizagem Phillips 66.

Recomenda-se utilizar um *smartphone* com função de cronômetro e/ou temporizador, ou qualquer outro tipo de cronômetro para registrar o tempo. Para sinalizar o término de um intervalo de tempo designado para uma etapa específica, sugerimos o uso de um pequeno sino de mesa único com campainha, com dimensões de 8,5 cm de largura por 6,5 cm de altura, conforme ilustrado na **Figura 17** abaixo.

Figura 17. Sino de mesa único e pequeno com campainha.



Fonte: Autor (2024).

Após concluir as atividades pedagógicas do Módulo Didático 1 em sala de aula, sugerimos que o professor utilize os números de telefone dos alunos fornecidos no *Formulário de Composição dos Grupos* (APÊNDICE F) para formar grupos no aplicativo *WhatsApp*⁵. Essa recomendação visa facilitar o envio do *Guia Prático para Realização de Experimentos* (APÊNDICE A) a cada grupo, contendo a atividade experimental que deverá ser preparada e apresentada em sala de aula nos próximos MD.

A **Figura 18** abaixo representa a atividade experimental designada para cada grupo formado durante a execução do Módulo Didático 1. Importante mencionar que a Atividade

⁵ O *WhatsApp* é um aplicativo de mensagens popular que revolucionou a maneira como as pessoas se comunicam entre si. O aplicativo está disponível para *download* em *smartphones* e permite que os usuários enviem mensagens de texto, mensagens de voz, façam chamadas de voz e vídeo e compartilhem documentos e arquivos de mídia.

Experimental 1 – Análise do movimento retilíneo com um disco de ar já foi realizada durante o Módulo 1 pelo professor com o intuito de apresentar o conteúdo e servir como modelo para os grupos.

Figura 18. Ilustração da designação de uma atividade experimental para cada grupo constituído.



Fonte: Autor (2024).

Destaca-se, ainda, que os grupos do *WhatsApp* são um recurso popular que permite que os usuários se conectem e se comuniquem com várias pessoas ao mesmo tempo. Além disso, a comunicação eficiente entre o professor e os membros de cada grupo é crucial para esclarecer quaisquer dúvidas sobre a atividade experimental do grupo ou os procedimentos durante a implementação da EEP66 na sala de aula. Se um aluno não tiver um *smartphone* ou enfrentar dificuldades de acesso à *internet* para participar do grupo do *WhatsApp*, o professor deve providenciar e entregar uma cópia impressa do *Guia Prático para Realização de Experimentos* (APÊNDICE A) para esse aluno.

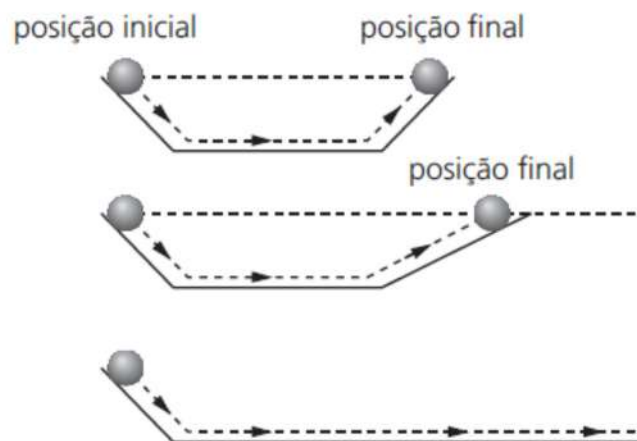
De modo geral, o processo de formação de grupos no *WhatsApp* é bastante simples e fácil de usar. Para criar um novo grupo, os usuários precisam abrir o aplicativo *WhatsApp* e ir para a guia "*Chats*". A partir daí, eles podem tocar na opção "Novo grupo", que solicitará que eles selecionem contatos da lista de contatos para adicionar ao grupo. Depois que os contatos forem selecionados, os usuários poderão dar um nome ao grupo e até mesmo adicionar uma foto do grupo, se desejarem. Depois que o grupo for criado, os alunos poderão começar a enviar

mensagens e compartilhar conteúdo com todos os membros do grupo, inclusive com o professor.

4.1.3 Revisão do Conhecimento

Ao investigar a origem dos movimentos, Galileu observou que a velocidade de uma bola aumentava continuamente ao descer um plano inclinado, ou seja, a bola acelerava. Por outro lado, ao ser lançada para cima em uma rampa inclinada, a velocidade da bola diminuía progressivamente durante a subida, ou seja, ela desacelerava. Dessa forma, ele concebeu uma série de experimentos com rampas inclinadas, conforme ilustrado na **Figura 19** (MORTIMER *et al.*, 2020).

Figura 19. Ilustração do movimento de uma esfera em planos inclinados, de acordo com a teoria de Galileu.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 24).

Galileu notou que a bola volta à sua altura original, independentemente da inclinação do plano. Quanto menor for a inclinação da rampa, maior será o deslocamento da bola. Se a rampa tiver inclinação zero, a altura inicial não seria atingida e o movimento no plano horizontal seria contínuo (MORTIMER *et al.*, 2020).

Uma situação semelhante foi observada na Atividade Experimental 1 – Análise do Movimento Retilíneo com um Disco de Ar e realizada pelo professor durante a introdução ao conteúdo neste Módulo Didático 1. A força de contato, uma pequena força muscular entre a sua mão e o disco, foi responsável por iniciar o movimento do disco. No segundo passo da atividade, com o balão vazio, o disco para devido à força de atrito entre ele e a superfície da mesa, que atua na direção oposta ao movimento do disco. Já no terceiro passo, com o balão cheio de ar, o disco continua em movimento sem interrupções até que o ar do balão se esgote.

Isso ocorre porque o ar que sai do balão cria uma camada de ar entre o disco e a superfície, reduzindo significativamente o atrito (MORTIMER *et al.*, 2020).

Se concebermos uma superfície sem atrito, o disco continuaria a mover-se eternamente. Esse movimento é conhecido como Movimento Retilíneo Uniforme (MRU): retilíneo porque ocorre em linha reta e uniforme porque mantém uma velocidade constante. Um objeto em MRU não sofre ação de forças que possam alterar sua velocidade. A capacidade de um objeto de manter o movimento indefinidamente, na ausência de forças agindo em sua direção, é chamada de **inércia** (MORTIMER *et al.*, 2020).

Por exemplo, ao ficarmos de pé dentro de um ônibus em movimento e ele frear repentinamente, continuamos a nos mover para a frente (ver **Figura 20**). Essa reação decorre da nossa tendência natural de manter o mesmo movimento que estávamos realizando antes, o movimento do ônibus (MORTIMER *et al.*, 2020).

Figura 20. Ilustração da inércia em nossa vida diária. Os elementos não estão representados de forma proporcional. Cores fantasias.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 25).

Neste cenário, é essencial explicar o conceito de movimento uniforme. A conexão entre distância, tempo e velocidade no MRU é simples, já que a velocidade do objeto em MRU é constante: ele percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais, conforme evidencia a **Figura 21** abaixo (MORTIMER *et al.*, 2020).

Figura 21. Uma pessoa em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), capturada em fotografias tiradas em intervalos de tempo regulares.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 25).

Se um carro viaja a 40 km/h em uma estrada reta com velocidade constante, ele percorre 40 km em 1 hora. Em 2 horas, ele percorrerá 80 km e assim por diante. Na **Equação 1** a seguir, a distância percorrida, representada por d , é calculada multiplicando a velocidade v pelo intervalo de tempo Δt necessário para percorrê-la (MORTIMER *et al.*, 2020):

$$d = v \cdot \Delta t \quad (1)$$

É crucial salientar que a afirmação anterior é aplicável a um objeto com velocidade constante. No dia a dia, frequentemente recorremos ao conceito de **velocidade média**, que é a relação entre a distância total percorrida e o tempo correspondente. No entanto, esse conceito nem sempre é um indicador eficaz. Por exemplo, passamos bastante tempo em congestionamentos com velocidades muito baixas, mas conseguimos percorrer outros trechos com velocidades mais elevadas (MORTIMER *et al.*, 2020).

A escolha da unidade de medida de velocidade a ser utilizada varia de acordo com o contexto. Por exemplo, o quilômetro por hora (km/h) é comum para descrever a velocidade de meios de transporte, enquanto o centímetro por segundo (cm/s) é mais adequado para o fluxo sanguíneo. No Sistema Internacional de Unidades (SI)⁶, a unidade padrão de velocidade é o metro por segundo (m/s). Para converter m/s em km/h , é necessário lembrar que 1 km equivale a 1.000 m e 1 *hora* possui 3.600 *segundos* (MORTIMER *et al.*, 2020). Assim:

$$1 \text{ m/s} = \frac{1}{1.000} \frac{\text{km}}{\frac{1}{3.600} \text{ s}} \Rightarrow 1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h} \quad (2)$$

4.1.4 Relatório de Verificação Operacional

Antes de começar a dinâmica da EEP66, ilustrada na **Figura 16**, os Grupos A, B, C e D formados e posicionado em uma área específica da sala de aula receberão o *Relatório de Verificação Operacional* (APÊNDICE B) da Atividade Experimental 1 – Análise do movimento retilíneo com um disco de ar. Enquanto o professor conduz o experimento, os Grupos A, B, C e D devem manter total atenção, pois serão questionados sobre o conteúdo da apresentação através das perguntas contidas no *Relatório de Verificação Operacional*

⁶ O **Sistema Internacional de Unidades (SI)** é a versão atualizada do sistema métrico, amplamente adotado como padrão de medição em todo o mundo. Esse sistema define unidades de medida fundamentais, derivadas e complementares, visando garantir consistência e compreensão universal ao descrever propriedades físicas.

correspondente a Atividade Experimental 1. Essas perguntas visam incentivar os alunos a aplicar os conceitos discutidos para aprofundar o conhecimento transmitido, e estão listadas no **Quadro 2** a seguir.

Quadro 2. Perguntas do *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 1.

Nº	QUESTÃO	HIPÓTESE INICIAL	CONCLUSÃO
01	Utilize suas observações para descrever as semelhanças e as diferenças entre os movimentos desenvolvidos pelo balão nas duas situações.	Resposta do grupo	Resposta do grupo
02	Elabore hipóteses para explicar por que o disco de ar para na situação do passo 2 do procedimento experimental.	Resposta do grupo	Resposta do grupo
03	Na situação do passo 3, do procedimento experimental, depois que o disco foi empurrado, o que manteve o movimento?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
04	Considere a situação hipotética de uma superfície lisa, plana e muito comprida, e um balão grande que soltasse ar durante todo o movimento dele nessa superfície. O balão pararia antes de chegar ao fim da superfície?	Resposta do grupo	Resposta do grupo

Fonte: Autor (2024).

Os *Relatórios de Verificação Operacional* sempre foram estruturados com três colunas distintas. A primeira coluna apresenta a pergunta que os membros do grupo devem responder, conforme demonstrado no **Quadro 2** acima. Na segunda coluna, é o espaço designado para o grupo registrar sua hipótese inicial, a qual será elaborada após discussão e consenso. Por último, na terceira coluna, o relator do grupo deve documentar a conclusão final dos membros somente após a conclusão da apresentação do experimento. Em outras palavras, a formulação de uma conclusão ou a manutenção da hipótese inicial deve ocorrer na *Etapa 5*, conforme destacado anteriormente na **Figura 16**.

O principal propósito da segunda coluna, intitulada "Hipótese Inicial", e da terceira coluna, denominada "Conclusão", é oferecer aos alunos a oportunidade de corrigir os erros durante o processo de aprendizagem. Os equívocos são uma parte natural do percurso de aprendizagem, e permitir que os alunos corrijam os seus erros promove uma mentalidade de crescimento.

4.1.5 Resolução e Comentários das Atividades de Investigação

Nesta parte, vamos fornecer uma resolução detalhada e comentários sobre as questões do *Relatório de Verificação Operacional* para a Atividade Experimental 1 destinado aos grupos A, B, C e D neste primeiro Módulo Didático (ver **Quadro 3**). A resolução das questões tem como objetivo oferecer aos leitores uma compreensão clara e abrangente das estratégias e métodos necessários que os alunos deveriam alcançar para consolidar o aprendizado e aprimorar as habilidades conceituais. Esta seção é uma ferramenta valiosa para os leitores fortalecerem sua compreensão dos tópicos abordados e melhorarem suas habilidades na resolução de problemas.

Quadro 3. Resolução das perguntas do *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 1.

Nº	QUESTÃO	SOLUÇÃO E COMENTÁRIOS
01	Utilize suas observações para descrever as semelhanças e as diferenças entre os movimentos desenvolvidos pelo balão nas duas situações.	Resposta do grupo. Comentário: Em ambas as situações, é necessário dar um “peteleco” no aparato para que o CD se movimente. No entanto, quando o balão não está com ar, o sistema para rapidamente. Já com o balão inflado, o sistema se desloca por distâncias maiores (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 219).
02	Elabore hipóteses para explicar por que o disco de ar para na situação do passo 2 do procedimento experimental.	O disco de ar para na situação do item 2, pois a força de atrito entre o CD e a superfície da mesa atuando no sentido contrário ao movimento do disco gera uma desaceleração no disco até ele parar (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 219).
03	Na situação do passo 3, do procedimento experimental, depois que o disco foi empurrado, o que manteve o movimento?	O movimento foi mantido com velocidade aproximadamente constante, pois a força de atrito entre o disco e a mesa é minimizada pela camada de ar que sai do balão (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 219).
04	Considere a situação hipotética de uma superfície lisa, plana e muito comprida, e um balão grande que soltasse ar durante todo o movimento dele nessa superfície. O balão pararia antes de chegar ao fim da superfície?	Não, o balão não pararia e continuaria em movimento retilíneo e uniforme (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 219).

Fonte: Autor (2024).

4.1.6 Orientações Didáticas Adicionais

É necessário aplicar uma força para manter um movimento? A Atividade Experimental 1 – Análise do Movimento Retilíneo com um Disco de Ar (APÊNDICE A) é crucial para

introduzir os conceitos iniciais de atrito e inércia. Essa atividade permite que os alunos observem os elementos que influenciam a parada de um objeto, levando-os a concluir que, sem atrito, o objeto continuaria em movimento. A partir desse ponto, o conceito de inércia é introduzido e continuará a ser desenvolvido no Módulo Didático 2 (MORTIMER *et al.*, 2020).

Para o professor iniciar a discussão, sugere-se refletir sobre situações cotidianas, como o que ocorre ao parar de correr subitamente ou ao ser empurrado por trás, fazendo a cabeça parecer ficar para trás. Um exemplo comum é a sensação ao estar de pé em um ônibus em movimento que freia bruscamente, conforme ilustrado na **Figura 20**. Os alunos podem contribuir com outros exemplos. É importante mencionar que, embora Galileu não tenha formulado diretamente o conceito de inércia, sua participação no seu desenvolvimento é relevante (MORTIMER *et al.*, 2020).

Nesta atividade, os alunos exploraram e descobriram um experimento usando materiais simples para investigar os fatores que afetam o movimento dos corpos. É importante que o professor informe aos alunos que os experimentos realizados pelos grupos em sala de aula podem ser feitos com materiais do cotidiano deles. Se precisarem de equipamento mais avançado, o professor ajudará na fabricação ou aquisição do item. O professor deve disponibilizar o aparato experimental feito para a Atividade Experimental 1 aos grupos interessados. Assim, todos terão a chance de experimentar e observar o sistema físico estudado (MORTIMER *et al.*, 2020).

O movimento retilíneo uniforme é outro conceito essencial discutido ao longo desse primeiro Módulo Didático. A característica principal desse tipo de movimento é a velocidade constante, que pode ser ilustrada de forma simples com um experimento prático, como marcar as posições de uma pessoa caminhando em intervalos de tempo e observar que a distância entre cada marcação é aproximadamente a mesma (ver **Figura 21**). É crucial esclarecer a distinção entre posição e deslocamento, que inicialmente podem ser confundidos por alguns alunos. A posição de um objeto indica sua localização no espaço de acordo com um sistema de coordenadas, enquanto o deslocamento representa a variação da posição desse objeto nesse sistema (MORTIMER *et al.*, 2020).

Alunos muitas vezes têm dificuldade em distinguir entre instante e intervalo de tempo. Para abordar essa diferença, pode-se explicar que o instante de tempo é o momento exato de um evento, determinado pela marcação do relógio, enquanto o intervalo de tempo é a duração desse evento, ou seja, a diferença entre os instantes inicial e final. Com essa distinção esclarecida, a relação entre velocidade, deslocamento e intervalo de tempo pode ser melhor

compreendida. Além disso, é relevante destacar o uso das unidades de medida de velocidade (m/s e km/h). Antes de introduzir a conversão entre essas unidades, é útil explicar por que diferentes unidades são usadas no dia a dia. Os alunos devem compreender que a escolha das unidades de medida depende do sistema em análise; por exemplo, não faz sentido utilizar km/h para medir a velocidade de uma formiga (MORTIMER *et al.*, 2020).

4.2 Módulo Didático 2

4.1.1 Plano de Aula

Reforçamos que os planos de aula são fundamentais para os professores, pois oferecem uma estrutura clara e organizada para o ensino de um tema específico. Um plano de aula bem elaborado possibilita ao professor comunicar de forma eficaz os objetivos e resultados do aprendizado aos alunos. No **Quadro 4** abaixo, apresenta-se o plano de aula que guiará a execução do segundo Módulo Didático deste Produto Educacional.

Quadro 4. Plano de aula para o Módulo Didático 2.

IDENTIFICAÇÃO			
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas IFAL – <i>Campus</i> Santana do Ipanema			
Professor: José Carlos da Costa	Curso: Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Administração	Período: 1ª Série	Disciplina: Física 1
Tema: Primeira Lei de Newton ou Princípio da Inércia.			Carga Horária: 1 hora e 40 minutos
OBJETIVOS			
Geral:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compreender a Primeira Lei de Newton e seu impacto no movimento dos corpos. Os alunos devem ser capazes de explicar a lei e aplicá-la a diferentes situações, demonstrando um entendimento profundo do conceito. 			
Específicos:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Relacionar a Primeira Lei de Newton com situações cotidianas e práticas, incentivando a aplicação prática do conhecimento; ✓ Desenvolver habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas ao analisar e interpretar as implicações da lei em diferentes contextos; ✓ Fomentar a colaboração e a comunicação eficaz através da apresentação em grupo, onde os alunos terão a oportunidade de explicar a lei aos seus pares; 			
CONTEÚDOS			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Este plano de aula foi projetado para fornecer aos alunos uma compreensão sólida e prática da Primeira Lei de Newton (princípio da inércia), e equilíbrio estático e equilíbrio dinâmico; 			

PROCEDIMENTOS

- ✓ **Preparação Inicial | Duração de 25 minutos:** O professor deve primeiro verificar a presença da maioria dos alunos e, em seguida, pedir aos alunos dos grupos B, C e D para se reunirem em uma área designada da sala de aula. Enquanto isso, os membros do Grupo A devem posicionar-se na frente da turma com os experimentos a serem apresentados. O professor deve escolher um local estratégico na sala de aula para observar a apresentação do Grupo A e monitorar o desempenho dos outros grupos. Além disso, o professor deve fazer uma rápida revisão das etapas que constituem a EEP66 que são fundamentais para a dinâmica da aula;
- ✓ **Estratégia de Ensino Phillips 66 com apresentação do Grupo A | Duração de 75 minutos:** Após concluir a preparação inicial, o professor deve conceder autorização aos membros do Grupo A para que possam iniciar as etapas que compõem a EEP66.

AVALIAÇÃO

- ✓ A avaliação dos alunos que compõem o Grupo A será feita de maneira contínua (avaliação formativa) a partir dos critérios de avaliação estabelecidos no Plano de Ensino para o desempenho individual de cada aluno durante a apresentação de seu grupo;
- ✓ A avaliação dos alunos que compõem os Grupos B, C e D será feita de maneira contínua (avaliação formativa), considerando o desempenho dos estudantes nas questões do *Relatório de Verificação Operacional* (APÊNDICE B) para a Atividade Experimental 2 (APÊNDICE A);
- ✓ A avaliação dos alunos que compõem os Grupos B, C e D também será feita de maneira contínua (avaliação formativa), através de uma observação sistemática e considerando a participação dos estudantes nas discussões que surgem durante a aula e nas funções desempenhadas dentro do grupo.

RECURSOS DIDÁTICOS

- ✓ Cópias impressas do *Relatório de Verificação Operacional* (APÊNDICE B) para a Atividade Experimental 2 – Trombada e Expositor Inercial de Newton;
- ✓ Experimentos denominados “*Trombada*” e “*Expositor Inercial de Newton*” (APÊNDICE A) inteiramente confeccionados pelo GRUPO A;
- ✓ Apresentação de *slides* elaborada pelo Grupo A com o conteúdo da aula;
- ✓ *Smartphone* com função cronometro e/ou temporizador;
- ✓ Sino de mesa único e pequeno com campainha;
- ✓ Computador com software de apresentação;
- ✓ Passador de *slides* com pilha AAA;
- ✓ Pinceis para quadro branco;
- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Quadro branco;
- ✓ Apagador.

INDICAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **Tópicos de Física**. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 1 v. CD-ROM.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009. 1 v. CD-ROM.

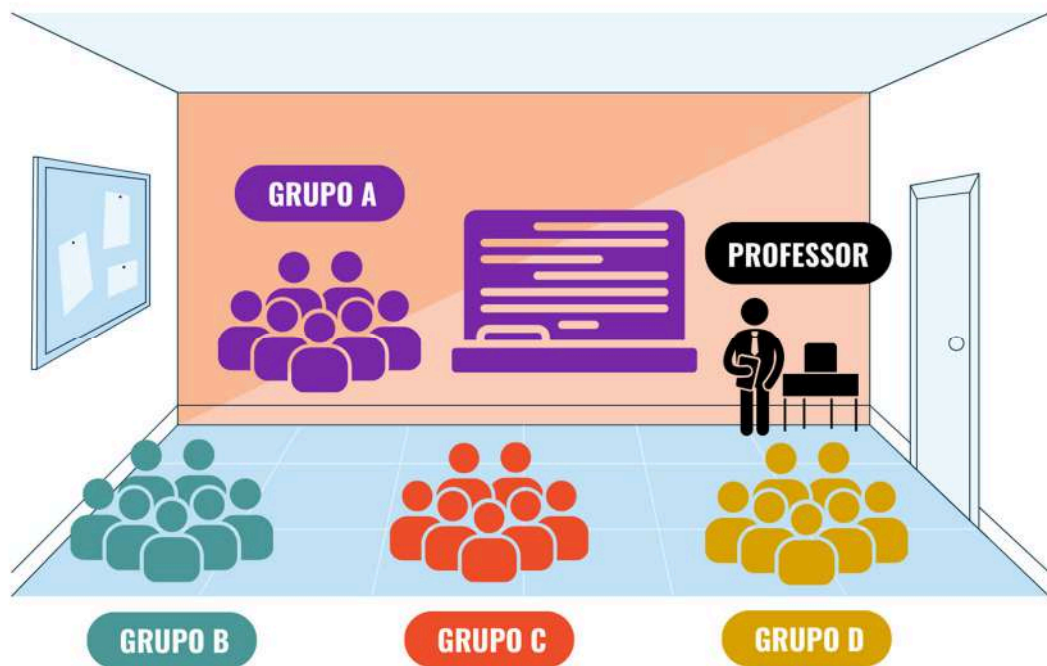
Fonte: Autor (2024).

4.1.2 Aspectos Metodológicos

O professor deve começar o Módulo Didático 2 realizando o que denominamos de “**preparação inicial**”, com um tempo de até 25 (vinte e cinco) minutos para ser finalizada.

Inicialmente, recomendamos que o docente verifique a presença da maioria dos alunos e, em seguida, solicite aos alunos dos Grupos B, C e D para se reunirem em uma área designada da sala de aula. Enquanto isso, os membros do Grupo A devem posicionar-se na frente da turma com os experimentos a serem apresentados apoiados na mesa do professor ou bancada da sala de aula ou laboratório. Esse cenário está sendo demonstrado na **Figura 22** abaixo. Registre-se que a quantidade de elementos na **Figura 22** não está sendo mostrada de maneira proporcional, e as cores usadas são fictícias.

Figura 22. Ilustração da disposição dos grupos em sala de aula para a execução do segundo MD. Os elementos não estão representados de forma proporcional. Cores fantasias.



Fonte: Autor (2024).

O professor precisa selecionar um local estratégico na sala de aula para assistir à apresentação do Grupo A e supervisionar o desempenho dos demais grupos. Além disso, é essencial que o professor faça uma breve revisão das etapas que compõem a EEP66, as quais são cruciais para a dinâmica da aula. Após essa etapa, o professor deve distribuir uma cópia do *Relatório de Verificação Operacional* para a Atividade Experimental 2 - "Trombada" e "Expositor Inercial de Newton" (APÊNDICE B) aos Grupos B, C e D.

Logo em seguida, cada grupo deve escolher um membro como coordenador e outro como relator. O aluno coordenador desempenha um papel fundamental ao facilitar a comunicação e colaboração entre os participantes. Suas responsabilidades incluem organizar e gerenciar as sessões, garantindo que todos tenham a oportunidade de contribuir e se envolver

ativamente no processo de aprendizagem. Por outro lado, o aluno relator tem a importante tarefa de documentar as discussões e os resultados de cada sessão, tomando notas, registrando pontos cruciais e resumindo as principais conclusões das conversas.

Adicionalmente, cada grupo terá seus membros alternando entre as funções de coordenador e relator, para que todos ou a maioria dos alunos possam desempenhar esses papéis ao longo dos MD. Em resumo, os alunos que atuaram como coordenador e relator no Módulo Didático anterior (Módulo Didático 1) não poderão repetir essas funções, proporcionando oportunidades a outros alunos dentro do grupo.

Depois de finalizar a "**preparação inicial**", é importante que o professor conceda permissão aos membros do Grupo A para começarem as etapas da EEP66. A apresentação será realizada em 75 (setenta e cinco) minutos e ocorrerá em 7 (sete) etapas da seguinte forma:

Etapa 1 – 10 (dez) minutos para a realização do experimento pelo Grupo A à frente da classe com possíveis repetições;

Etapa 2 – 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a explicação do fenômeno e registrarem as hipóteses iniciais para as perguntas contidas no *Relatório de Verificação Operacional*;

Etapa 3 – 6 (seis) minutos para o coordenador de cada grupo explanar as hipóteses iniciais e/ou respostas encontradas;

Etapa 4 – 20 (vinte) minutos para o Grupo A explicar o experimento levando em conta alguns critérios presentes na BNCC (2018):

- i. O fenômeno físico da experimentação;
- ii. Se houver alguma modelagem matemática deve ser apresentada;
- iii. Uma aplicação no dia a dia;
- iv. Por fim, algo relacionado a melhoria na qualidade de vida ou segurança ou sustentabilidade ou diversidade étnica e cultural;

Etapa 5 – 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a formulação de uma conclusão ou a manutenção da hipótese inicial e registrarem novamente no *Relatório de Verificação Operacional*;

Etapa 6 – 6 (seis) minutos para o professor realizar o fechamento da apresentação;

Etapa 7 – 1 (um) minuto final para organização do ambiente escolar.

A **Figura 23** ilustra as sete etapas mencionadas anteriormente para implementar a EEP66 no Módulo Didático 2 da sequência de ensino e aprendizagem.

Figura 23. Ilustração das etapas da EEP66 para abordar o conteúdo no segundo MD.



Fonte: Autor (2024).

Os períodos de tempo que delimitam cada etapa da EEP66 devem ser controlados tanto pelo professor quanto pelo aluno coordenador de cada grupo. O aluno coordenador desempenha um papel fundamental na promoção da comunicação e colaboração entre os participantes, monitorando o tempo atribuído a cada etapa da metodologia de ensino-aprendizagem Phillips 66. É recomendável utilizar um *smartphone* com função de cronômetro e/ou temporizador, ou qualquer outro tipo de cronômetro para registrar o tempo. Para indicar o término de um intervalo de tempo específico para uma etapa, sugerimos o uso de um pequeno sino de mesa, conforme exemplificado na **Figura 17**.

4.1.3 Revisão do Conhecimento

O filósofo grego Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) afirmava que um corpo precisava de uma força atuante para permanecer em movimento e, caso essa força cessasse, o corpo pararia. No entanto, na primeira metade do século XVII, Galileu demonstrou que um corpo pode continuar em movimento sem a necessidade de uma força contínua (SANTOS, 2020).

A tendência dos corpos de permanecerem em repouso ou em movimento é conhecida como **inércia** e foi inicialmente abordada na obra *Princípios da Filosofia* do matemático, físico e filósofo francês René Descartes (1596-1650). Esta concepção foi desenvolvida por Newton, que mencionou em sua obra *Principia*: “Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele” (SANTOS, 2020, p. 98).

A declaração acima é comumente referida como a primeira lei de Newton, também chamada princípio da inércia, aplicável a referenciais inerciais⁷. Além de requerer a utilização de referenciais inerciais, a Mecânica newtoniana não se aplica a fenômenos em altas velocidades, como aquelas próximas à velocidade da luz. Nessas circunstâncias, recorreremos aos princípios da teoria da relatividade. Da mesma forma, a Mecânica newtoniana não é adequada para fenômenos em escala atômica, sendo necessário empregar os conceitos da Mecânica Quântica (SANTOS, 2020).

Em relação à força resultante, pode ser interpretada da seguinte maneira: “Todo corpo se mantém em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (MRU) quando a força resultante que atua sobre ele é nula” (SANTOS, 2020, p. 98). Percebemos o princípio da inércia quando um veículo acelera bruscamente. Como nosso corpo tende a permanecer em repouso, temos a sensação de sermos empurrados para trás. Se um veículo em movimento para repentinamente, nosso corpo tende a manter o movimento e sentimos como se fôssemos empurrados para a frente. Por isso, é essencial usar sempre o cinto de segurança para evitar que nosso corpo continue em movimento quando o veículo freia ou para abruptamente. O *airbag*, obrigatório em veículos fabricados no Brasil a partir de 2014, é um dispositivo que infla em caso de colisão, ajudando a minimizar os danos aos ocupantes do veículo em acidentes de trânsito, como mostrado na **Imagem 1** abaixo (SANTOS, 2020).

⁷ **Referencial inercial:** referencial em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (quando a velocidade do corpo permanece constante) em relação a outro referencial inercial (SANTOS, 2020, p. 96).

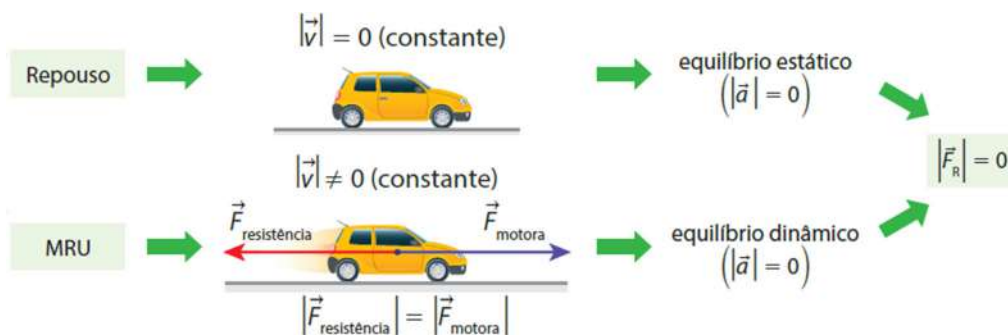
Imagem 1. Uma simulação de colisão frontal demonstra o acionamento do *airbag*, um item obrigatório em todos os veículos fabricados no Brasil a partir de 2014.



Fonte: Santos (2020, p. 98).

Tanto em repouso quanto no MRU, a força resultante é nula e não há aceleração, o que pode ser descrito como estado de equilíbrio (equilíbrio estático em repouso e equilíbrio dinâmico no MRU). A primeira lei de Newton pode ser entendida como a tendência dos corpos de permanecerem em equilíbrio, seja ele estático ou dinâmico, conforme representação esquemática na **Figura 24** abaixo (SANTOS, 2020).

Figura 24. Ilustração da primeira lei de Newton que descreve a tendência dos corpos a manter o equilíbrio, seja estático ou dinâmico.



Fonte: Santos (2020, p. 99).

Aplicando o conceito de inércia a objetos em repouso, conclui-se que um objeto parado permanecerá imóvel se nenhuma força agir sobre ele (MORTIMER *et al.*, 2020). Retomando o conceito, Mortimer *et al.* (2020, p. 29) ensina que a inércia “é a propriedade de um corpo de resistir a qualquer variação de velocidade, esteja ele parado ou em movimento”.

Na **Imagem 2** abaixo, puxando rapidamente a placa de forma vigorosa na horizontal, você notará a moeda caindo no copo e atingindo o fundo. A explicação para esse fenômeno é a

seguinte: ao retirar a placa, a moeda recebe uma força do plano de apoio, que é fraca e atua por um curto período. Assim, a moeda permanece praticamente parada devido à inércia nesse breve momento. Após a remoção da placa, a força da gravidade (peso) faz com que a moeda aumente sua velocidade vertical a partir do zero, superando sua inércia inicial e levando-a ao fundo do copo (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2012).

Imagem 2. A moeda cai devido à inércia, após a placa ser retirada rapidamente.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 29).

Por fim, é interessante mencionar que Newton elaborou a primeira lei do movimento (também chamada de lei da inércia) com o objetivo de elucidar por que os planetas não caem em direção ao sol. Ele observou que, na ausência de uma força externa atuando sobre eles, os planetas seguiriam se deslocando em linha reta a uma velocidade constante. Newton concluiu, com base no princípio da inércia, que os planetas permanecem em órbitas elípticas ao redor do Sol devido à força da gravidade (SANTOS, 2020).

4.1.4 Relatório de Verificação Operacional

Antes de iniciar a dinâmica da EEP66, como mostrado na **Figura 22**, os Grupos B, C e D foram formados e posicionados em uma área específica da sala de aula. Eles receberam o *Relatório de Verificação Operacional* (APÊNDICE B) da Atividade Experimental 2 - Trombada e Expositor Inercial de Newton.

Enquanto o Grupo A realiza o experimento, os Grupos B, C e D devem prestar total atenção, pois serão questionados sobre o conteúdo da apresentação por meio das perguntas do respectivo Relatório de Verificação Operacional da Atividade Experimental 2. Essas perguntas visam incentivar os alunos a aplicar os conceitos discutidos para aprofundar o conhecimento transmitido, e estão listadas no **Quadro 5** a seguir.

Quadro 5. Perguntas do *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 2.

Nº	QUESTÃO	HIPÓTESE INICIAL	CONCLUSÃO
01	No experimento “ <i>Trombada</i> ”, quando o carrinho para diante de um obstáculo, a esfera é “atirada” para a frente, continuando o movimento de antes da colisão. Fisicamente, como você explica o fenômeno observado?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
02	Para retirar o excesso de água das mãos molhadas, uma pessoa movimenta as mãos de cima para baixo e, em seguida, as faz parar instantaneamente. Por que, ao proceder dessa forma, a água em excesso deixa as mãos da pessoa?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
03	No experimento “ <i>Expositor Inercial de Newton</i> ”, quando a pequena placa retangular é puxada rápida e vigorosamente, na direção horizontal, a esfera metálica permanece praticamente em repouso. Fisicamente, como você explica o fenômeno observado?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
04	Admita um ônibus em repouso em relação ao solo. Quando o ônibus é acelerado, repentinamente para a frente, os passageiros deslocam-se para trás em relação ao ônibus. Fisicamente, como você explica esse fenômeno?	Resposta do grupo	Resposta do grupo

Fonte: Autor (2024).

Os *Relatórios de Verificação Operacional* sempre foram estruturados em três colunas distintas. A primeira coluna contém a pergunta que os membros do grupo devem responder, como mostrado no **Quadro 5** acima. Na segunda coluna, há espaço para o grupo registrar sua hipótese inicial, a qual será desenvolvida após discussão e consenso. Por fim, na terceira coluna, o relator do grupo deve documentar a conclusão final dos membros somente após a conclusão da apresentação do experimento. Em resumo, a formulação da conclusão ou a manutenção da hipótese inicial deve ocorrer na *Etapa 5*, conforme indicado anteriormente na **Figura 23**.

O objetivo principal da segunda coluna, chamada "Hipótese Inicial", e da terceira coluna, intitulada "Conclusão", é dar aos alunos a chance de corrigir os erros enquanto estão aprendendo. Cometer equívocos é parte natural do processo de aprendizagem e permitir que os alunos corrijam seus erros incentiva uma mentalidade de crescimento.

4.1.5 Resolução e Comentários das Atividades de Investigação

Nesta seção, iremos apresentar uma análise minuciosa juntamente com comentários sobre as questões do *Relatório de Verificação Operacional* para a Atividade Experimental 2 voltado para os Grupos B, C e D neste segundo Módulo Didático (consultar **Quadro 6**).

A intenção por trás da resolução das questões é fornecer aos leitores uma compreensão clara e abrangente das estratégias e métodos essenciais que os alunos precisam dominar para consolidar o aprendizado e aprimorar suas habilidades conceituais. Essa seção serve como uma ferramenta valiosa para os leitores aprofundarem sua compreensão dos temas discutidos e aprimorarem suas habilidades na resolução de problemas.

Quadro 6. Resolução das perguntas do *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 2.

Nº	QUESTÃO	SOLUÇÃO E COMENTÁRIOS
01	No experimento “ <i>Trombada</i> ”, quando o carrinho para diante de um obstáculo, a esfera é “atirada” para a frente, continuando o movimento de antes da colisão. Fisicamente, como você explica o fenômeno observado?	O carrinho seguirá pela rampa até alcançar o lápis (obstáculo). Ao atingi-lo, o carrinho irá parar; no entanto, a bolinha de aço, que está levemente presa ao carrinho, tenderá a continuar seu movimento por inércia. Ou seja, o carrinho para devido à força externa (aplicada pelo obstáculo), mas a bolinha continua seu movimento por inércia, pois estar fracamente conectada ao carrinho, não sofrendo a influência de nenhuma força externa.
02	Para retirar o excesso de água das mãos molhadas, uma pessoa movimentada as mãos de cima para baixo e, em seguida, as faz parar instantaneamente. Por que, ao proceder dessa forma, a água em excesso deixa as mãos da pessoa?	Á água está em movimento junto com as mãos. Ao pausar as mãos de forma brusca, a água continua seu movimento por inércia (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 223).
03	No experimento “ <i>Expositor Inercial de Newton</i> ”, quando a pequena placa retangular é puxada rápida e vigorosamente, na direção horizontal, a esfera metálica permanece praticamente em repouso. Fisicamente, como você explica o fenômeno observado?	A força aplicada na placa metálica é muito grande e age por um curto período de tempo, sendo muito superior à força de atrito entre a esfera e a placa metálica. Quando a placa é removida rapidamente, a esfera metálica, que inicialmente estava parada, tende a permanecer em repouso devido à inércia.
04	Admita um ônibus em repouso em relação ao solo. Quando o ônibus é acelerado, repentinamente para a frente, os passageiros deslocam-se para trás em relação ao ônibus. Fisicamente, como você explica esse fenômeno?	Quando o ônibus inicia seu movimento repentino para a frente, os passageiros sentem-se atirados para trás (em relação ao ônibus) por inércia, pois tendem a permanecer na situação de repouso em que se encontravam em relação ao solo.

Fonte: Autor (2024).

4.1.6 Orientações Didáticas Adicionais

Esta sequência didática segue a EEP66 e destaca a experimentação como um método inovador no ensino. Para isso, é essencial organizar os alunos em grupos. Recomenda-se fortemente que cada Módulo Didático seja realizado em semanas distintas, permitindo que os grupos tenham tempo suficiente para desenvolver e testar os experimentos, além de preparar suas apresentações individuais. Investir tempo e energia é crucial para o sucesso dessa abordagem.

Além disso, propomos a realização das chamadas "**Seções de Orientação**" entre o professor e o Grupo A responsável pela execução da Atividade Experimental 2 – Trombada e Expositor Inercial de Newton. Essa interação presencial é sugerida para ocorrer preferencialmente na semana anterior à apresentação do Grupo A. Cabe ao professor guiar os alunos, esclarecendo dúvidas sobre a realização do experimento, especialmente para aqueles menos familiarizados com práticas experimentais em ciências. É essencial promover uma atividade colaborativa, permitindo que todos os membros do grupo progridam com igualdade de oportunidades, apoiando-se mutuamente.

Um outro ponto a considerar são os exemplos do princípio da inércia, para que os alunos possam entender e aplicar esse conceito científico em diferentes situações do dia a dia. Dessa forma, é recomendado que o professor durante sua fala na *Etapa 6* da EEP66 (ver **Figura 23**) apresente e explique exemplos e cenários nos quais a primeira lei de Newton pode ser utilizada, especialmente se não foram abordados ao longo deste Módulo Didático 2.

Como exemplo adicional que um professor poderia usar, sugerimos mencionar a técnica em espetáculos circenses, na qual o mágico retira rapidamente a toalha de uma mesa sem derrubar pratos, copos e talheres. Essa ação pode ser explicada pela Primeira Lei de Newton. De acordo com o conceito de inércia, se um objeto está em repouso, permanecerá nesse estado até que uma força externa atue sobre ele. Quando o mágico puxa a toalha rapidamente, a força não é suficiente para superar a inércia dos objetos, fazendo com que permaneçam no lugar.

4.3 Módulo Didático 3

4.3.1 Plano de Aula

No **Quadro 7** abaixo, apresenta-se o Plano de Aula que guiará a execução do terceiro Módulo Didático deste Produto Educacional.

Quadro 7. Plano de Aula para o Módulo Didático 3.

IDENTIFICAÇÃO			
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas IFAL – <i>Campus</i> Santana do Ipanema			
Professor: José Carlos da Costa	Curso: Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Administração	Período: 1ª Série	Disciplina: Física 1
Tema: Segunda Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica.			Carga Horária: 1 hora e 40 minutos
OBJETIVOS			
Geral:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compreender de forma clara e profunda a segunda lei de Newton, por meio de uma abordagem prática e interativa. Após a aula, os alunos deverão ser capazes de utilizar a segunda lei de Newton na resolução de problemas do mundo real, e ainda aprimorar habilidades essenciais de pensamento crítico e científico. 			
Específicos:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compreender o conceito de força e a sua relação com a aceleração; ✓ Aplicar a segunda lei de Newton para resolver problemas que envolvam a interação entre forças e movimentos; ✓ Desenvolver habilidades de pensamento crítico e científico, através da análise e interpretação dos resultados obtidos nos experimentos; 			
CONTEÚDOS			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conceito de força; Conceito de força resultante; Definição conceitual da segunda lei de Newton; Discussão sobre a inércia e a massa de um corpo; Definição matemática da segunda lei de Newton; Relações de proporcionalidade entre as grandezas força, massa e aceleração; Unidades de medida; Exemplos práticos para ilustrar a aplicação da segunda lei de Newton. 			
PROCEDIMENTOS			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Preparação Inicial Duração de 25 minutos: O professor deve primeiro verificar a presença da maioria dos alunos e, em seguida, pedir aos alunos dos Grupos A, C e D para se reunirem em uma área designada da sala de aula. Enquanto isso, os membros do Grupo B devem posicionar-se na frente da turma com o experimento a ser apresentado. O professor deve escolher um local estratégico na sala de aula para observar a apresentação do Grupo B e monitorar o desempenho dos outros grupos. Além disso, o professor deve fazer uma rápida revisão das etapas que constituem a EEP66 que são fundamentais para a dinâmica da aula; ✓ Estratégia de Ensino Phillips 66 com apresentação do Grupo A Duração de 75 minutos: Após concluir a preparação inicial, o professor deve conceder autorização aos membros do Grupo B para que possam iniciar as etapas que compõem a EEP66. 			
AVALIAÇÃO			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ A avaliação dos alunos que compõem o Grupo B será feita de maneira contínua (avaliação formativa) a partir dos critérios de avaliação estabelecidos no Plano de Ensino para o desempenho individual de cada aluno durante a apresentação de seu grupo; ✓ A avaliação dos alunos que compõem os Grupos A, C e D será feita de maneira contínua (avaliação formativa), considerando o desempenho dos estudantes nas questões do <i>Relatório de Verificação Operacional</i> (APÊNDICE B) para a Atividade Experimental 3 (APÊNDICE A); 			

- ✓ A avaliação dos alunos que compõem os Grupos A, C e D também será feita de maneira contínua (avaliação formativa), através de uma observação sistemática e considerando a participação dos estudantes nas discussões que surgem durante a aula e nas funções desempenhadas dentro do grupo.

RECURSOS DIDÁTICOS

- ✓ Cópias impressas do *Relatório de Verificação Operacional* (APÊNDICE B) para a Atividade Experimental 3 – Força e Movimento;
- ✓ Experimento denominado “*Força e Movimento*” (APÊNDICE A) inteiramente confeccionado pelo GRUPO B;
- ✓ Apresentação de *slides* elaborada pelo Grupo B com o conteúdo da aula;
- ✓ *Smartphone* com função cronometro e/ou temporizador;
- ✓ Sino de mesa único e pequeno com campainha;
- ✓ Computador com software de apresentação;
- ✓ Passador de *slides* com pilha AAA;
- ✓ Pinceis para quadro branco;
- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Quadro branco;
- ✓ Apagador.

INDICAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **Tópicos de Física**. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 1 v. CD-ROM.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009. 1 v. CD-ROM.

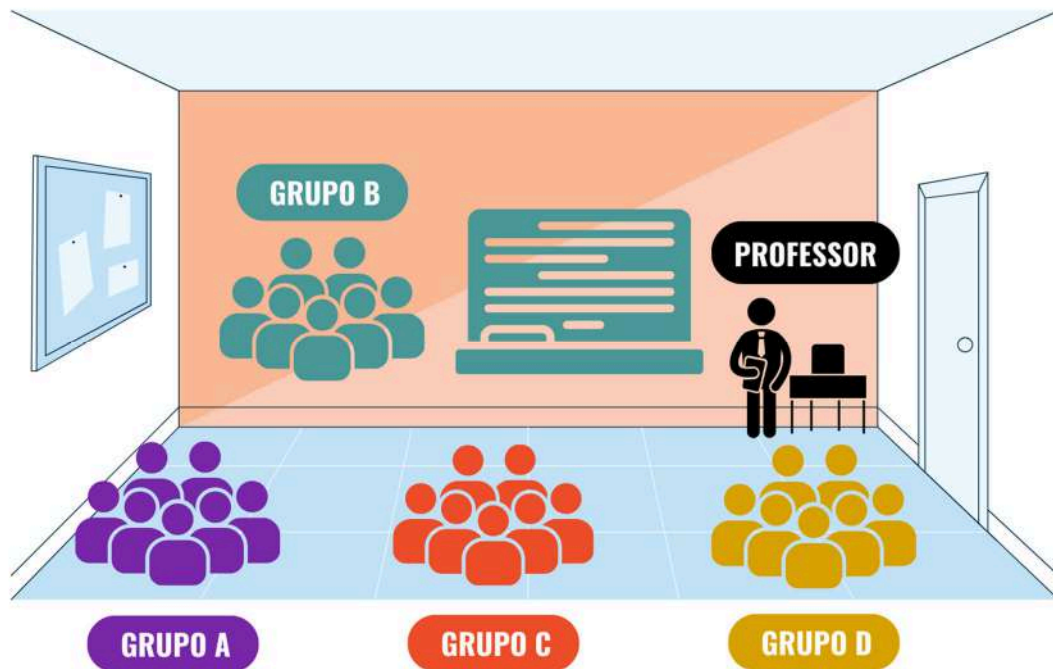
Fonte: Autor (2024).

4.3.2 Aspectos Metodológicos

O professor deve iniciar o Módulo Didático 3 com uma "**preparação inicial**", a ser concluída em até 25 (vinte e cinco) minutos. Primeiramente, é sugerido que o professor verifique a presença da maioria dos alunos e, em seguida, peça aos alunos dos Grupos A, C e D para se reunirem em uma área específica da sala de aula.

Enquanto isso, os membros do Grupo B devem posicionar-se à frente da turma com o experimento a ser apresentado sobre a mesa do professor, na bancada da sala de aula ou no laboratório. Esse cenário está ilustrado na **Figura 25** abaixo. Vale ressaltar que a representação na **Figura 25** não é proporcional em termos de quantidade de elementos, e as cores utilizadas são fictícias.

Figura 25. Ilustração da disposição dos grupos em sala de aula para a execução do Módulo Didático 3. Os elementos não estão representados de forma proporcional. Cores fantasias.



Fonte: Autor (2024).

O professor deve escolher um local estratégico na sala de aula para acompanhar a apresentação do Grupo B e supervisionar os demais grupos. É fundamental que o professor faça uma breve revisão das etapas da EEP66, pois são essenciais para a dinâmica da aula. Em seguida, o professor deve fornecer uma cópia do Relatório de Verificação Operacional para a Atividade Experimental 3 - Força e Movimento (APÊNDICE B) aos Grupos A, C e D.

Cada grupo deve designar um coordenador e um relator. O coordenador desempenha um papel crucial ao facilitar a comunicação e colaboração entre os membros, organizando e gerenciando as sessões de forma a garantir a participação ativa de todos. Por outro lado, o relator é responsável por documentar discussões, resultados, pontos importantes e conclusões das conversas.

Os alunos devem alternar entre as funções de coordenador e relator para que todos tenham a oportunidade de desempenhar esses papéis ao longo dos módulos. Aqueles que já atuaram como coordenador e relator no Módulo Didático anterior (Módulo Didático 2) não devem repetir essas funções, permitindo que outros alunos participem.

Após a "**preparação inicial**", o Grupo B pode iniciar as etapas da EEP66. A apresentação terá a duração de 75 (setenta e cinco) minutos e será dividida em 7 (sete) etapas.

Etapa 1 – 10 (dez) minutos para a realização do experimento pelo Grupo B à frente da classe com possíveis repetições;

Etapa 2 – 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a explicação do fenômeno e registrarem as hipóteses iniciais para as perguntas contidas no *Relatório de Verificação Operacional*;

Etapa 3 – 6 (seis) minutos para o coordenador de cada grupo explicar as hipóteses iniciais e/ou respostas encontradas;

Etapa 4 – 20 (vinte) minutos para o Grupo B explicar o experimento levando em conta alguns critérios presentes na BNCC (2018):

- i. O fenômeno físico da experimentação;
- ii. Se houver alguma modelagem matemática deve ser apresentada;
- iii. Uma aplicação no dia a dia;
- iv. Por fim, algo relacionado a melhoria na qualidade de vida ou segurança ou sustentabilidade ou diversidade étnica e cultural;

Etapa 5 – 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a formulação de uma conclusão ou a manutenção da hipótese inicial e registrarem novamente no *Relatório de Verificação Operacional*;

Etapa 6 – 6 (seis) minutos para o professor realizar o fechamento da apresentação;

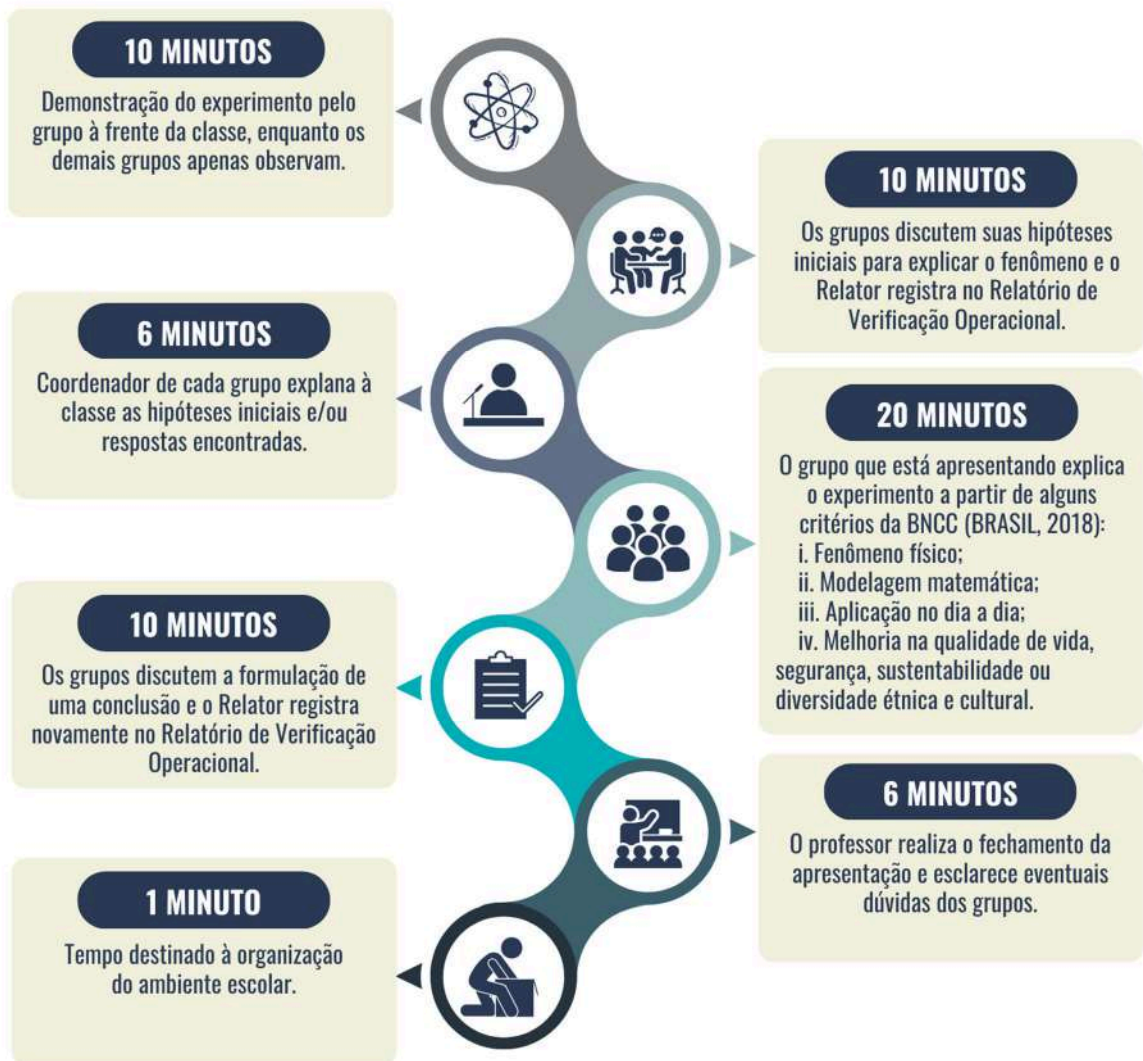
Etapa 7 – 1 (um) minuto final para organização do ambiente escolar.

A **Figura 26** a seguir ilustra as sete etapas mencionadas anteriormente para implementar a EEP66 no Módulo Didático 3 da sequência de ensino e aprendizagem.

Além disso, os intervalos de tempo que marcam cada fase da EEP66 devem ser controlados tanto pelo professor quanto pelo aluno líder de cada grupo. O aluno líder tem um papel essencial na estimulação da comunicação e colaboração entre os participantes, incluindo o monitoramento do tempo atribuído a cada etapa da metodologia de ensino-aprendizagem Phillips 66.

É aconselhável empregar um *smartphone* com função de cronômetro e/ou temporizador, ou qualquer outro dispositivo de medição de tempo. Para indicar o fim de um período específico para uma etapa, sugerimos o uso de um pequeno sino de mesa, tal como ilustrado na **Figura 17**.

Figura 26. Ilustração das etapas da EEP66 para abordar o conteúdo no terceiro MD.



Fonte: Autor (2024).

4.3.3 Revisão do Conhecimento

Na área da Física, encontramos vários tipos de força, que são classificadas conforme seu impacto no objeto. As forças atrativas atraem o objeto em direção ao corpo que as exerce, enquanto as forças repulsivas fazem o objeto se afastar do corpo que as aplica (MORTIMER *et al.*, 2020).

Existem também as forças de contato, como a força elástica em uma mola, a tensão em uma corda, a tração mostrada na **Imagem 3**, a força muscular ao empurrar um carro e a força de atrito entre superfícies (MORTIMER *et al.*, 2020).

Imagem 3. A força exercida pela corda é considerada uma força de contato.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 28).

Também há forças que operam à distância, como a atração entre um ímã e um prego (força magnética, como ilustrado na **Imagem 4**), a ação de um pente eletrizado em pedaços de papel (força elétrica), ou a força que atua em uma pedra caindo no solo (força peso ou gravitacional) (MORTIMER *et al.*, 2020).

Imagem 4. A força magnética é uma força que opera à distância.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 29).

No ano seguinte à morte de Galileu, nasceu Isaac Newton (1643-1727) na Inglaterra (ver **Imagem 5** abaixo). Reconhecido como um dos pilares da ciência moderna, esse físico e matemático fez grandes avanços científicos ao se basear no trabalho de seus predecessores. Em 1687, ele publicou os *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, nos quais apresentou os três princípios fundamentais da Mecânica, conhecidos como as leis de Newton (MORTIMER *et al.*, 2020).

A primeira lei de Newton sintetiza as ideias de Galileu sobre a inércia e é também conhecida como a lei da inércia. Segundo essa lei, na ausência de forças externas, um objeto

em repouso permanece parado e um objeto em movimento continua em linha reta com velocidade constante, ou seja, em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) (MORTIMER *et al.*, 2020).

Imagem 5. Retrato de Isaac Newton em 1702, pintado a óleo sobre tela por Godfrey Kneller.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 29).

Uma implicação dessa lei é que, se um objeto está em repouso ou em MRU, ele pode ser afetado por forças; contudo, a soma vetorial dessas forças, ou seja, sua resultante, deve ser igual a zero. Newton e Galileu demonstraram que, para um movimento retilíneo uniforme (MRU) ocorrer, não é preciso uma força para mantê-lo. Caso exista uma força no sentido do movimento, haverá outra força igual e oposta, resultando em uma resultante nula que mantém o objeto em MRU (MORTIMER *et al.*, 2020).

No entanto, é importante lembrar que a força é uma grandeza vetorial. Ao falar sobre a duração de uma viagem, basta mencionar o número e a unidade de medida para fornecer uma informação completa. Por exemplo, "*Viajei por 4 horas*". Por outro lado, ao descrever a força, é necessário especificar o módulo (número e unidade de medida), a direção e o sentido. Isso se deve ao fato de que a força é uma grandeza vetorial, representada por vetores, que são segmentos de reta orientados, conforme representado na **Figura 27** abaixo (MORTIMER *et al.*, 2020).

Figura 27. O comprimento l representa o módulo do vetor, enquanto r indica a sua direção.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 29).

A unidade de medida de força no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o Newton (N). Assim, ao descrever uma força, não é suficiente dizer “Uma força de 20 N foi aplicada ao corpo”. É fundamental especificar a direção e o sentido, por exemplo: “Uma força de 20 N foi aplicada ao corpo, verticalmente, de cima para baixo”. Geralmente, grandezas vetoriais são representadas por uma pequena seta, como por exemplo, uma força \vec{F} (MORTIMER *et al.*, 2020).

Se um objeto está em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), a soma de todas as forças atuando sobre ele é zero. Por exemplo, ao empurrar um carrinho de supermercado em MRU, a força que você aplica para movê-lo é igual à força de atrito que age sobre ele (ver **Figura 28**). No entanto, se você aplicar uma força maior que o atrito e mantê-la constante, a resultante das forças não será mais zero e a velocidade do carrinho aumentará gradualmente (MORTIMER *et al.*, 2020).

Figura 28. Quando a força aplicada (\vec{F}) no carrinho é superior à força de atrito (\vec{F}_{at}) entre o carrinho e o solo, este move-se com aceleração constante. Os elementos não estão representados em proporção. Cores fictícias.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 40).

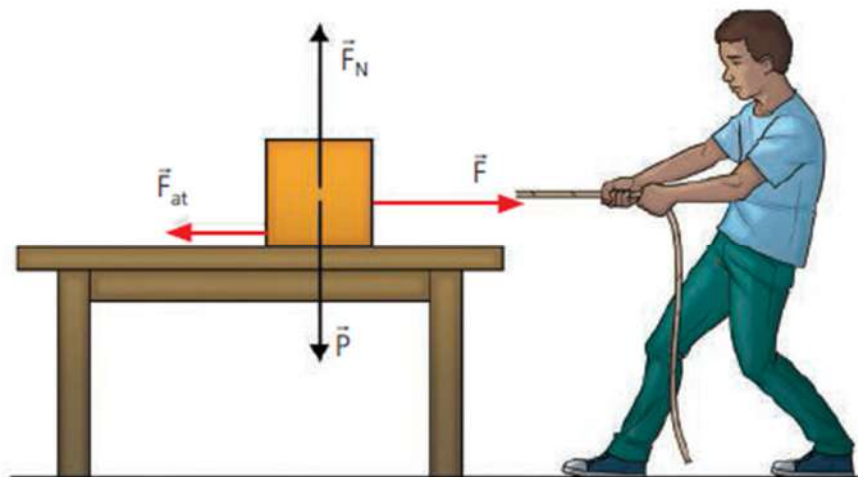
A segunda lei de Newton é aplicável a situações semelhantes às aquelas discutidas anteriormente, ou seja, quando um objeto é submetido a uma força resultante (\vec{F}) diferente de zero, ele adquirirá uma aceleração (\vec{a}) inversamente proporcional à sua massa (m). Matematicamente, essa lei é representada por (MORTIMER *et al.*, 2020):

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (3)$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de massa é o quilograma (kg), com outras unidades incluindo o grama (g) e a tonelada ($1 t = 1.000 kg$). A unidade de força é o Newton (N), onde $1 N$ causa uma aceleração de $1 m/s^2$ em uma massa de $1 kg$, ou seja, $1 N = 1 kg \times 1 m/s^2$. Outra unidade de força é o quilograma-força (kgf), sendo $1 kgf$ equivalente a $10 N$. A massa está ligada à inércia de um objeto, representando sua resistência a mudanças de velocidade, sendo necessário mais força para acelerar um objeto de maior massa (MORTIMER *et al.*, 2020).

Vamos examinar a aplicação da segunda lei de Newton a um objeto sob a influência de diversas forças. A **Figura 29** ilustra uma pessoa puxando uma caixa (MORTIMER *et al.*, 2020).

Figura 29. Diagrama de forças envolvidas ao movimentar uma caixa por uma pessoa. Os elementos não estão em escala. Apresentação em cores imaginativas.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 40).

As forças agindo sobre a caixa são: o peso da caixa (\vec{P}), a força normal do solo (\vec{F}_N), a força aplicada pela pessoa (\vec{F}) e a força de atrito (\vec{F}_{at}). Se a massa da caixa é $5,0 kg$, a força aplicada é de $60 N$ e a força de atrito é de $40 N$, qual será a aceleração da caixa (MORTIMER *et al.*, 2020)?

Com a gravidade sendo $10 m/s^2$, o peso da caixa é de $50 N$ e é equilibrado pela força normal. Já que a força aplicada pela pessoa ($60 N$) é maior que a força de atrito ($40 N$), em direções opostas, a força resultante é de $20 N$ (MORTIMER *et al.*, 2020).

Assim, aplicando a segunda lei de Newton, obtemos:

$$20 \text{ N} = 5,0 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow a = \frac{20 \text{ N}}{5,0 \text{ kg}} = 4 \text{ m/s}^2 \quad (4)$$

Se uma força constante de 60 N é aplicada na caixa, a velocidade da caixa aumenta 4 m/s a cada segundo. Assim, ao lidar com múltiplas forças atuando em um objeto, é necessário somar vetorialmente todas as forças envolvidas. Como ilustrado no exemplo da pessoa que puxa a caixa, é útil separar as somas vetoriais das forças horizontais das verticais (MORTIMER *et al.*, 2020).

4.3.4 Relatório de Verificação Operacional

Antes de iniciar a dinâmica da EEP66, como mostrado na **Figura 25**, os Grupos A, C e D foram formados e posicionados em uma área específica da sala de aula. Eles receberam o *Relatório de Verificação Operacional* (APÊNDICE B) da Atividade Experimental 3 – Força e Movimento.

Enquanto o Grupo B realiza o experimento, os Grupos A, C e D devem prestar total atenção, pois serão questionados sobre o conteúdo da apresentação por meio das perguntas do respectivo *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 3. Essas perguntas visam incentivar os alunos a aplicar os conceitos discutidos para aprofundar o conhecimento transmitido, e estão listadas no **Quadro 8** a seguir.

Quadro 8. Perguntas do *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 3.

Nº	QUESTÃO	HIPÓTESE INICIAL	CONCLUSÃO
01	Ao dar o empurrão no carrinho no passo 3, do procedimento experimental, ele continuou a se mover com a mesma velocidade? Qual força o fez parar?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
02	No passo 5, lembrando da primeira lei de Newton, que forças atuaram no carrinho para mantê-lo em movimento uniforme? Nesse passo, a força com que o carrinho foi puxado pela mola espiral foi maior, menor ou igual à força de atrito? Ao lado, faça um desenho do carrinho e represente as forças que atuam nele nessa situação.	Resposta do grupo	Resposta do grupo

03	Pelo que você observou no passo 6, o que aconteceu com a velocidade do carrinho quando a força exercida pela mola espiral aumentou? Nesse caso, a resultante das forças sobre o carrinho foi zero? Como você classifica o movimento do carrinho nessa situação?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
04	O que você observou sobre a velocidade do carrinho quando ele passou a ter massa menor?	Resposta do grupo	Resposta do grupo

Fonte: Autor (2024).

Os *Relatórios de Verificação Operacional* sempre foram estruturados em três colunas distintas. A primeira coluna contém a pergunta que os membros do grupo devem responder, como mostrado no **Quadro 8** acima. Na segunda coluna, há espaço para o grupo registrar sua hipótese inicial, a qual será desenvolvida após discussão e consenso. Por fim, na terceira coluna, o relator do grupo deve documentar a conclusão final dos membros somente após a conclusão da apresentação do experimento. Em resumo, a formulação da conclusão ou a manutenção da hipótese inicial deve ocorrer na *Etapa 5*, conforme indicado anteriormente na **Figura 26**.

O objetivo principal da segunda coluna, chamada "Hipótese Inicial", e da terceira coluna, intitulada "Conclusão", é dar aos alunos a chance de corrigir os erros enquanto estão aprendendo. Cometer equívocos é parte natural do processo de aprendizagem e permitir que os alunos corrijam seus erros incentiva uma mentalidade de crescimento.

4.3.5 Resolução e Comentários das Atividades de Investigação

Nesta seção, iremos apresentar uma análise minuciosa juntamente com comentários sobre as questões do *Relatório de Verificação Operacional* para a Atividade Experimental 3 voltado para os Grupos A, C e D neste terceiro Módulo Didático (consultar **Quadro 8**).

O objetivo ao resolver as questões é oferecer aos leitores uma compreensão clara e abrangente das estratégias e métodos essenciais para consolidar o aprendizado e melhorar suas habilidades conceituais. Esta seção atua como uma ferramenta valiosa para os leitores aprofundarem o entendimento dos tópicos abordados e aprimorarem suas habilidades na resolução de problemas (consultar **Quadro 9**).

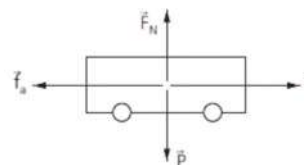
Nesta Atividade Experimental 3 – Força e Movimento, os alunos vão explorar a ligação entre a força aplicada num objeto e a aceleração que este adquire. Essa atividade requer atenção

e tempo, podendo ser necessário repeti-la algumas vezes para alcançar os objetivos estabelecidos. É essencial para os alunos experimentarem e compreenderem a relação entre a força resultante e a aceleração. Ao puxar o carrinho com constância e intensidade superiores ao atrito, perceberão que o carrinho aumenta progressivamente a velocidade, facilitando a compreensão da segunda lei de Newton (MORTIMER *et al.*, 2020).

Para prevenir pequenos acidentes, é crucial supervisionar a montagem do carrinho, que envolve a manipulação de objetos cortantes.

Quadro 9. Resolução das perguntas do *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 3.

Nº	QUESTÃO	SOLUÇÃO E COMENTÁRIOS
01	Ao dar o empurrão no carrinho no passo 3, do procedimento experimental, ele continuou a se mover com a mesma velocidade? Qual força o fez parar?	Não, a velocidade diminuiu. A força de atrito entre as rodas e a mesa o fez parar.
02	No passo 5, lembrando da primeira lei de Newton, que forças atuaram no carrinho para mantê-lo em movimento uniforme? Nesse passo, a força com que o carrinho foi puxado pela mola espiral foi maior, menor ou igual à força de atrito? Ao lado, faça um desenho do carrinho e represente as forças que atuam nele nessa situação.	Sobre o carrinho, atuam quatro forças: o seu peso, a força normal da superfície, a força aplicada na mola e a força de atrito entre as rodas e a superfície da mesa. Para que o carrinho se mantenha em movimento retilíneo uniforme, segundo a primeira lei de Newton, a força (\vec{F}) aplicada deve ser igual à força de atrito (\vec{f}_a). O peso (\vec{P}) do carrinho anula-se com a força normal (\vec{F}_N) aplicada pela superfície. O esquema abaixo representa as forças que atuam no carrinho. (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 221).
03	Pelo que você observou no passo 6, o que aconteceu com a velocidade do carrinho quando a força exercida pela mola espiral aumentou? Nesse caso, a resultante das forças sobre o carrinho foi zero? Como você classifica o movimento do carrinho nessa situação?	A velocidade do carrinho aumenta conforme ele é puxado com força de maior intensidade do que a força de atrito. Como a velocidade aumenta, o movimento é acelerado. Se for possível manter a força constante, o carrinho desenvolverá um M.R.U.V. (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 221).
04	O que você observou sobre a velocidade do carrinho quando ele passou a ter massa menor?	A velocidade cresceu com mais rapidez. A força é proporcional ao produto da massa pela aceleração. Quando reduzimos a massa, considerando que a força resultante foi mantida constante, a aceleração aumenta, fazendo com que a velocidade varie mais rapidamente (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 221).



4.3.6 Orientações Didáticas Adicionais

A Atividade 3 - Força e Movimento (APÊNDICE A) marca o início dos estudos sobre a segunda lei de Newton, explorando as causas do movimento. Durante essa atividade, os alunos podem compreender a relação entre a força resultante e a aceleração, bem como a ligação entre força e massa. É um passo fundamental para que os estudantes percebam e assimilem a relação entre força resultante e aceleração, ao notarem que, ao puxar o carrinho com uma força constante (superior ao atrito), a velocidade do carrinho aumenta progressivamente (MORTIMER *et al.*, 2020).

Além disso, a atividade pode abordar o conceito de massa, que representa a inércia de um corpo, ou seja, sua capacidade de resistir a mudanças de movimento. A segunda lei de Newton explora a relação entre a massa de um corpo e a força necessária para alterar seu movimento, indicando que corpos com massas muito grandes demandam forças intensas para acelerá-los.

A Atividade Experimental 3 - Força e Movimento também explora como aplicar a segunda lei a um objeto sujeito a múltiplas forças. A **Figura 29** ilustra uma situação que aborda essa questão, mostrando um corpo sendo puxado por uma pessoa sob a ação de diversas forças. Destaca-se a importância de compreender como a força resultante é calculada e como sua intensidade influencia a variação da velocidade do objeto.

Por último, sugerimos organizar as chamadas "**Seções de Orientação**" entre o professor e o Grupo B responsável pela construção e execução da Atividade Experimental 3 - Força e Movimento. Recomendamos que essa interação presencial seja idealmente planejada para ocorrer na semana que antecede a apresentação do Grupo B. O professor tem a responsabilidade de orientar os alunos, esclarecendo dúvidas sobre a execução do experimento, principalmente para aqueles menos familiarizados com práticas experimentais em ciências. É crucial fomentar uma abordagem colaborativa, permitindo que todos os membros do grupo avancem com igualdade de oportunidades, apoiando-se mutuamente.

4.4 Módulo Didático 4

4.4.1 Plano de Aula

No **Quadro 10** abaixo, apresenta-se o Plano de Aula que guiará a execução do Módulo Didático 4 deste Produto Educacional.

Quadro 10. Plano de Aula para o Módulo Didático 4.

IDENTIFICAÇÃO			
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas IFAL – <i>Campus</i> Santana do Ipanema			
Professor: José Carlos da Costa	Curso: Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Administração	Período: 1ª Série	Disciplina: Física 1
Tema: Massa e Peso de um Corpo e Sistema de Forças.			Carga Horária: 1 hora e 40 minutos
OBJETIVOS			
Geral:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compreender a distinção conceitual entre massa e peso e reconhecer que as forças são grandezas vetoriais. Depois da aula, os estudantes devem conseguir distinguir massa e peso em contextos práticos, e também perceber que as forças são grandezas físicas que dependem não só da intensidade, mas também da direção e sentido da aplicação. 			
Específicos:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Distinguir massa e peso em contextos práticos. Por meio de exemplos do dia a dia, os alunos precisam conseguir reconhecer e diferenciar situações que envolvem massa e peso; ✓ Aplicação da fórmula do peso em problemas simples: Os estudantes precisam conseguir aplicar a fórmula do peso ($\vec{P} = m \cdot \vec{g}$) para determinar o peso de um objeto em circunstâncias de gravidade constante; ✓ Verificar que forças são grandezas físicas que dependem, além da intensidade, da direção e do sentido da aplicação; ✓ Incentivar a participação ativa dos alunos ao estabelecer um ambiente de aprendizagem interativo que encoraje os alunos a questionar, participar de debates e compartilhar suas experiências pessoais relacionadas ao assunto; ✓ Aprimorar habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas ao empregar o conceito de massa e peso em cenários do dia a dia; ✓ Incentivar estudantes a pesquisar e fazer apresentações em grupo para aprofundar o entendimento do tema, desenvolvendo habilidades de pesquisa, síntese de informações e técnicas de apresentação. 			
CONTEÚDOS			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conceitos de matéria, massa e força; Definição de peso; Definição de aceleração da gravidade e seu valor fixo para cada planeta; Exemplos do cotidiano para ilustrar a diferença entre massa e peso; Unidades de medida; Conceito de sistemas de forças e força resultante; Equilíbrio de várias forças. 			
PROCEDIMENTOS			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Preparação Inicial Duração de 25 minutos: O professor deve primeiro verificar a presença da maioria dos alunos e, em seguida, pedir aos alunos dos Grupos A, B e D para se reunirem em uma área designada da sala de aula. Enquanto isso, os membros do Grupo C devem posicionar-se na frente da turma com o experimento a ser apresentado. O professor deve escolher um local estratégico na sala de aula para observar a apresentação do Grupo C e monitorar o desempenho dos outros grupos. Além disso, o professor deve fazer uma rápida revisão das etapas que constituem a EEP66 que são fundamentais para a dinâmica da aula; ✓ Estratégia de Ensino Phillips 66 com apresentação do Grupo A Duração de 75 minutos: Após concluir a preparação inicial, o professor deve conceder autorização aos membros do Grupo C para que possam iniciar as etapas que compõem a EEP66. 			
AVALIAÇÃO			

- ✓ A avaliação dos alunos que compõem o Grupo C será feita de maneira contínua (avaliação formativa) a partir dos critérios de avaliação estabelecidos no Plano de Ensino para o desempenho individual de cada aluno durante a apresentação de seu grupo;
- ✓ A avaliação dos alunos que compõem os Grupos A, B e D será feita de maneira contínua (avaliação formativa), considerando o desempenho dos estudantes nas questões do *Relatório de Verificação Operacional* (APÊNDICE B) para a Atividade Experimental 4 (APÊNDICE A);
- ✓ A avaliação dos alunos que compõem os Grupos A, B e D também será feita de maneira contínua (avaliação formativa), através de uma observação sistemática e considerando a participação dos estudantes nas discussões que surgem durante a aula e nas funções desempenhadas dentro do grupo.

RECURSOS DIDÁTICOS

- ✓ Cópias impressas do *Relatório de Verificação Operacional* (APÊNDICE B) para a Atividade Experimental 4 – Objetos sob a ação de várias forças;
- ✓ Experimento denominado “*Objetos sob a ação de várias forças*” (APÊNDICE A) inteiramente confeccionado pelo GRUPO C;
- ✓ Apresentação de *slides* elaborada pelo Grupo C com o conteúdo da aula;
- ✓ *Smartphone* com função cronometro e/ou temporizador;
- ✓ Sino de mesa único e pequeno com campainha;
- ✓ Computador com software de apresentação;
- ✓ Passador de *slides* com pilha AAA;
- ✓ Pinceis para quadro branco;
- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Quadro branco;
- ✓ Apagador.

INDICAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **Tópicos de Física**. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 1 v. CD-ROM.

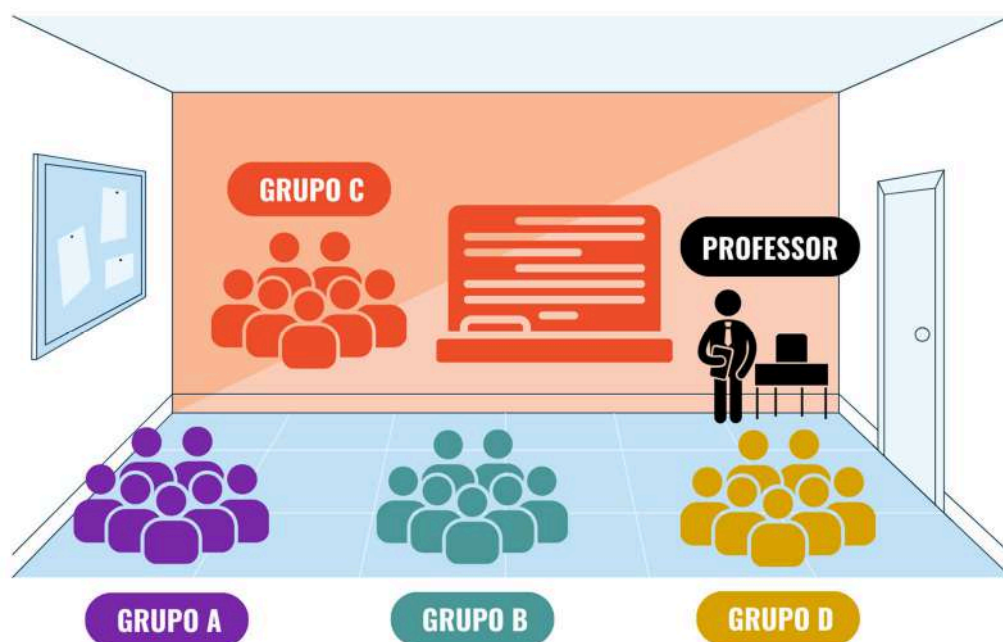
RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009. 1 v. CD-ROM.

Fonte: Autor (2024).

4.4.2 Aspectos Metodológicos

O docente deve começar o Módulo Didático 4 com uma "**preparação inicial**" que deve ser concluída em até 25 (vinte e cinco) minutos. Primeiramente, sugere-se que o professor verifique a presença da maioria dos alunos. Em seguida, os alunos dos Grupos A, B e D devem se reunir em uma área específica da sala de aula. Enquanto isso, os membros do Grupo C devem posicionar-se na frente da turma com o experimento a ser apresentado sobre a mesa do professor, na bancada da sala de aula ou no laboratório. Esse cenário é ilustrado na **Figura 30** abaixo. É importante observar que a representação na **Figura 30** não é proporcional em termos de quantidade de elementos, e as cores utilizadas são fictícias.

Figura 30. Ilustração da disposição dos grupos em sala de aula para a execução do Módulo Didático 4. Os elementos não estão representados de forma proporcional. Cores fantasias.



Fonte: Autor (2024).

O professor precisa selecionar um local estratégico na sala de aula para acompanhar a apresentação do Grupo C e supervisionar os demais grupos. É essencial que o professor revise brevemente as etapas da EEP66, pois são fundamentais para a dinâmica da aula. Após isso, o professor deve distribuir uma cópia do *Relatório de Verificação Operacional* para a Atividade Experimental 4 – Objetos sob a ação de várias forças (APÊNDICE B) aos Grupos A, B e D.

Cada grupo deve designar um coordenador e um relator. O coordenador tem um papel crucial ao facilitar a comunicação e colaboração entre os membros, organizando e gerenciando as sessões para garantir a participação ativa de todos. Por outro lado, o relator é responsável por documentar discussões, resultados, pontos importantes e conclusões das conversas. Os alunos devem alternar entre as funções de coordenador e relator para que todos tenham a oportunidade de desempenhar esses papéis ao longo dos módulos. Aqueles que já exerceram essas funções no Módulo Didático anterior (Módulo Didático 3) não devem repeti-las, permitindo que outros alunos participem.

Após a "**preparação inicial**", o Grupo C pode iniciar as etapas da EEP66. A apresentação terá a duração de 75 (setenta e cinco) minutos e será dividida em 7 (sete) etapas.

Etapa 1 – 10 (dez) minutos para a realização do experimento pelo Grupo C à frente da classe com possíveis repetições;

Etapa 2 – 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a explicação do fenômeno e registrarem as hipóteses iniciais para as perguntas contidas no *Relatório de Verificação Operacional*;

Etapa 3 – 6 (seis) minutos para o coordenador de cada grupo explicar as hipóteses iniciais e/ou respostas encontradas;

Etapa 4 – 20 (vinte) minutos para o Grupo C explicar o experimento levando em conta alguns critérios presentes na BNCC (2018):

- i. O fenômeno físico da experimentação;
- ii. Se houver alguma modelagem matemática deve ser apresentada;
- iii. Uma aplicação no dia a dia;
- iv. Por fim, algo relacionado a melhoria na qualidade de vida ou segurança ou sustentabilidade ou diversidade étnica e cultural;

Etapa 5 – 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a formulação de uma conclusão ou a manutenção da hipótese inicial e registrarem novamente no *Relatório de Verificação Operacional*;

Etapa 6 – 6 (seis) minutos para o professor realizar o fechamento da apresentação;

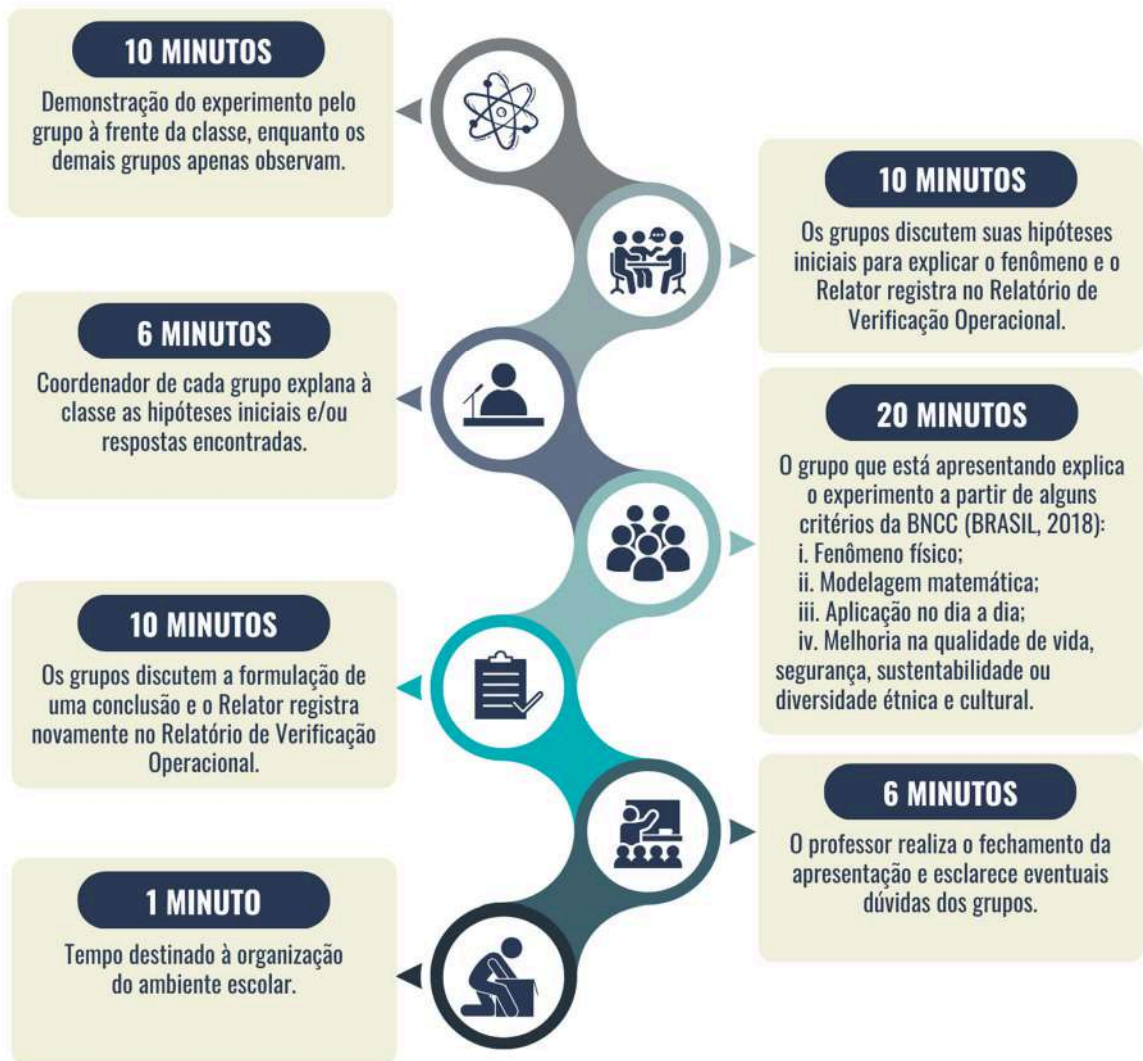
Etapa 7 – 1 (um) minuto final para organização do ambiente escolar.

A **Figura 31** a seguir ilustra as sete etapas mencionadas anteriormente para implementar a EEP66 no Módulo Didático 3 da sequência de ensino e aprendizagem.

Além disso, os intervalos de tempo que marcam cada fase da EEP66 devem ser controlados tanto pelo professor quanto pelo aluno líder de cada grupo. O aluno líder tem um papel essencial na estimulação da comunicação e colaboração entre os participantes, incluindo o monitoramento do tempo atribuído a cada etapa da metodologia de ensino-aprendizagem Phillips 66.

É aconselhável empregar um *smartphone* com função de cronômetro e/ou temporizador, ou qualquer outro dispositivo de medição de tempo. Para indicar o fim de um período específico para uma etapa, sugerimos o uso de um pequeno sino de mesa, tal como ilustrado na **Figura 17**.

Figura 31. Ilustração das etapas da EEP66 para abordar o conteúdo no quarto MD.

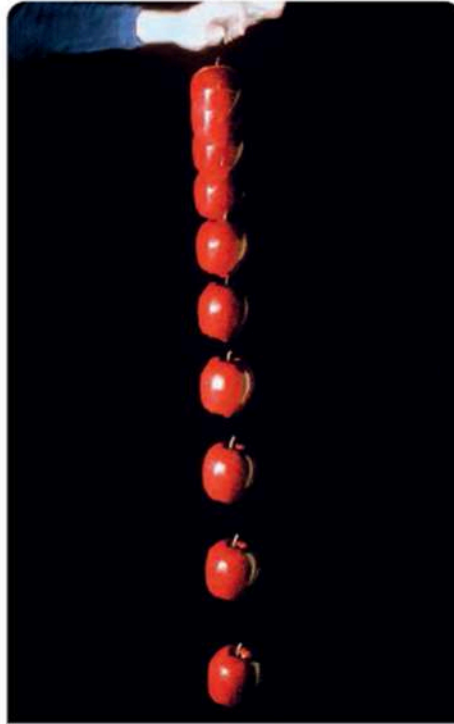


Fonte: Autor (2024).

4.4.3 Revisão do Conhecimento

Para um objeto que cai de certa altura, sem considerar a resistência do ar, a única força atuante é a gravitacional, exercida pela Terra, conhecida como peso (\vec{P}). Durante a queda, essa força age constantemente, aumentando a velocidade do objeto a cada momento. Nessa situação, ilustrada na **Imagem 6**, o objeto experimenta uma aceleração conhecida como aceleração gravitacional, representada pela letra “ g ”, com um valor aproximado de 10 m/s^2 na superfície terrestre (MORTIMER *et al.*, 2020).

Imagem 6. Ignorando a resistência do ar, a força resultante que atua em um objeto em queda livre, como a maçã nesta imagem, é o peso (\vec{P}), o qual faz com que sua aceleração seja equivalente à aceleração da gravidade (\vec{g}).



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 40).

Ao aplicar a segunda lei de Newton para descrever objetos em queda livre, temos:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad (5)$$

O peso (\vec{P}) de uma pessoa cuja massa é de $m = 60 \text{ kg}$, por exemplo, será $60 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 600 \text{ N}$.

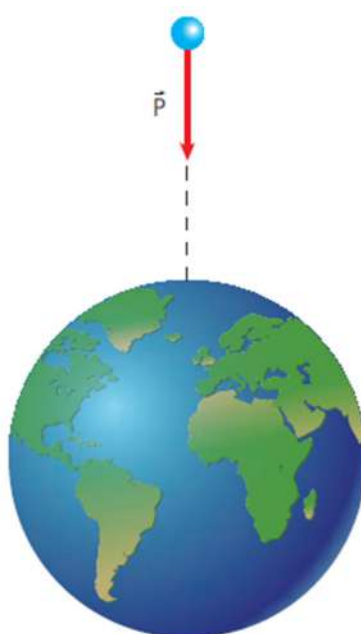
No cotidiano, é comum confundir os termos massa e peso, porém, na Física, eles têm significados distintos. O peso é considerado uma força, possuindo módulo, direção e sentido, e varia de acordo com a aceleração gravitacional do planeta. Por outro lado, a massa está ligada à inércia do corpo, ou seja, à sua resistência a mudanças na velocidade. Além disso, a massa é uma propriedade intrínseca do corpo, relacionada à quantidade de matéria que o compõe. A massa de um objeto não muda, mesmo se ele for transferido para planetas com diferentes acelerações gravitacionais. Por outro lado, o peso varia conforme o local (MORTIMER *et al.*, 2020).

Se fizesse uma viagem à Lua, notaria que os objetos pesariam de forma diferente lá do que na Terra, devido à variação da força gravitacional. Na Lua, a aceleração gravitacional é

aproximadamente $1,6 \text{ m/s}^2$, o que significa que um corpo pesaria cerca de $1/6$ do seu peso terrestre (MORTIMER *et al.*, 2020).

A massa do corpo permaneceria a mesma, apesar da diferença no peso lunar. Essa diferença poderia ser comprovada ao levar um dinamômetro ou uma balança de mola para a Lua. Com a gravidade reduzida, a mola se esticaria menos, mostrando um peso menor. Por outro lado, uma balança de dois pratos, usada para medir massa, indicaria valores consistentes em todos os lugares, pois a força menor atuaria igualmente em ambos os pratos. Conforme ilustrado na **Figura 32**, a força gravitacional é sempre atrativa (MORTIMER *et al.*, 2020).

Figura 32. A força peso (\vec{P}) é a atração gravitacional exercida pelo planeta sobre um objeto. Os elementos não estão representados em proporção e distância. Apresentam cores fantasiosas.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 41).

A Atividade Experimental 4 – Objetos sob a ação de várias forças (APÊNDICE A), aborda o conceito de força como uma grandeza vetorial. Por meio dessa atividade, os alunos poderão compreender como a aplicação de forças adicionais e a alteração na direção de cada uma podem afetar o equilíbrio dos objetos (MORTIMER *et al.*, 2020).

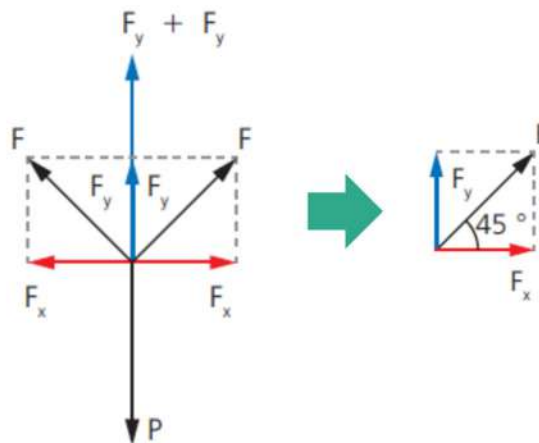
Como visto anteriormente, a primeira lei de Newton afirma que, para um objeto permanecer em repouso, a soma das forças agindo sobre ele deve ser zero. Uma vez que a força é uma quantidade vetorial, a soma deve ser vetorial (MORTIMER *et al.*, 2020).

No *passo 1* da Atividade Experimental 4 – Objetos sob a ação de várias forças, uma caixa contendo 500 mL de água foi suspensa em um dinamômetro, registrando

aproximadamente 500 gf (o valor pode variar ligeiramente devido à massa da caixa). Quando a mesma caixa é suspensa por dois dinamômetros na vertical, cada um registra aproximadamente 250 gf . Na *passo 3*, os dois dinamômetros estavam inclinados a 45° e seus valores foram maiores: cerca de 354 gf . Mas como duas forças de 354 gf podem equilibrar um peso de 500 gf (MORTIMER *et al.*, 2020)?

Para isso, a força inclinada pode ser decomposta em duas partes ou componentes: uma horizontal, \vec{F}_x , e outra vertical, \vec{F}_y . Dessa forma, a componente horizontal de uma força equilibra a componente horizontal da outra. A componente vertical deve ser aproximadamente 250 gf e, quando somada a outra igual, equilibrará o peso da caixa. Esse raciocínio pode ser visualizado em um diagrama de forças, conforme apresentado na **Figura 33** (MORTIMER *et al.*, 2020).

Figura 33. Diagrama de forças que corresponde à etapa 3 da Atividade Experimental 4 - Objetos sob a ação de várias forças.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 31).

O diagrama da esquerda da **Figura 33** acima mostra que as forças medidas pelo dinamômetro têm um módulo \vec{F} . As componentes \vec{F}_x e \vec{F}_y valem 250 gf , uma vez que o ângulo é de 45° , produzindo componentes iguais. No diagrama da direita, é possível calcular \vec{F} usando as relações trigonométricas de um triângulo retângulo (MORTIMER *et al.*, 2020):

Pela figura **Figura 33**, \vec{F}_y deve valer 250 gf . Como $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \cong 0,707$, temos:

$$\sin 45^\circ = \frac{F_y}{F} \Rightarrow F = \frac{F_y}{\sin 45^\circ} \Rightarrow F = \frac{250\text{ gf}}{0,707} \Rightarrow F \cong 353,6\text{ gf} \quad (6)$$

O mesmo raciocínio pode ser usado na situação do *passo 4* da Atividade Experimental 4 – Objetos sob a ação de várias forças, onde os dinamômetros estavam inclinados a 30° em relação à direção horizontal (MORTIMER *et al.*, 2020). Sabendo que $\sin 30^\circ = \frac{1}{2} = 0,50$, teremos:

$$\sin 30^\circ = \frac{F_y}{F} \Rightarrow F = \frac{F_y}{\sin 30^\circ} \Rightarrow F = \frac{250 \text{ gf}}{0,50} \Rightarrow F = 500 \text{ gf} \quad (7)$$

4.4.4 Relatório de Verificação Operacional

Antes de começar a dinâmica da EEP66, conforme ilustrado na **Figura 31**, os Grupos A, B e D foram estabelecidos e posicionados em uma área específica da sala de aula. Eles receberam o *Relatório de Verificação Operacional* (APÊNDICE B) da Atividade Experimental 4 – Objetos sob a ação de várias forças.

Enquanto o Grupo C conduz o experimento, os Grupos A, B e D devem prestar total atenção, pois serão questionados sobre o conteúdo da apresentação por meio das perguntas do respectivo *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 4. Essas perguntas têm o objetivo de incentivar os alunos a aplicar os conceitos discutidos para aprofundar o conhecimento transmitido, e estão detalhadas no **Quadro 11** a seguir.

Quadro 11. Perguntas do *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 4.

Nº	QUESTÃO	HIPÓTESE INICIAL	CONCLUSÃO
01	Como se comparam as leituras das balanças nos passos 1 e 2? A soma dos valores de cada balança no passo 2 é igual ao valor do peso do conjunto caixa e água medido no passo 1?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
02	Compare o valor da leitura das balanças nos passos 2 e 3. A soma dos valores de cada balança coincide com o valor do peso do conjunto caixa e água? Como você pode explicar essa diferença?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
03	No passo 4 os valores medidos pelas balanças aumentaram ou diminuíram em relação ao passo 3?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
04	Observando a tendência na variação dos valores das forças medidas pelas balanças, elabore uma explicação para o que foi observado.	Resposta do grupo	Resposta do grupo

Fonte: Autor (2024).

Os *Relatórios de Verificação Operacional* sempre foram organizados em três colunas distintas. A primeira coluna apresenta a pergunta que os membros do grupo devem responder, conforme mostrado no **Quadro 11** acima. Na segunda coluna, há espaço para o grupo registrar sua hipótese inicial, que será aprimorada após discussão e consenso. Por último, na terceira coluna, o relator do grupo deve documentar a conclusão final dos membros somente após a apresentação do experimento. Em suma, a formulação da conclusão ou a manutenção da hipótese inicial deve ocorrer na *Etapa 5*, conforme indicado anteriormente na **Figura 31**.

O propósito principal da segunda coluna, chamada "Hipótese Inicial", e da terceira coluna, intitulada "Conclusão", é oferecer aos alunos a oportunidade de corrigir os erros enquanto estão aprendendo. Cometer equívocos faz parte natural do processo de aprendizagem e permitir que os alunos corrijam seus erros promove uma mentalidade de crescimento.

4.4.5 Resolução e Comentários das Atividades de Investigação

Nesta parte, vamos apresentar uma análise detalhada juntamente com observações sobre as questões do *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 4 para os Grupos A, B e D neste quarto Módulo Didático (consulte o **Quadro 11**).

O propósito ao abordar essas questões é proporcionar aos leitores uma compreensão clara e abrangente das estratégias e métodos fundamentais para reforçar a aprendizagem e aprimorar suas habilidades conceituais. Esta seção serve como uma ferramenta valiosa para os leitores aprofundarem seu conhecimento sobre os temas discutidos e melhorarem suas habilidades na resolução de problemas.

Na Atividade Experimental 4 - Objetos sob a influência de múltiplas forças, os alunos irão explorar como as forças são aplicadas de várias formas em um objeto. Para isso, devem empregar dinamômetros (balanças portáteis), que são instrumentos acessíveis e geralmente de baixo custo. Além disso, é possível utilizar molas de aço previamente calibradas.

A seguir, o **Quadro 12** evidencia as respostas das perguntas do *Relatório de Verificação Operacional* para a Atividade Experimental 4.

Quadro 12. Resolução das perguntas do *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 4.

Nº	QUESTÃO	SOLUÇÃO E COMENTÁRIOS
01	Como se comparam as leituras das balanças nos passos 1 e 2? A soma dos valores de cada balança no passo 2 é igual ao valor do peso do conjunto caixa e água medido no passo 1?	A leitura das balanças no item 2 de <i>O que fazer</i> corresponderá à metade da leitura das balanças do item 1 e, portanto, a soma de suas leituras será igual ao peso do conjunto caixa e água (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 219).
02	Compare o valor da leitura das balanças nos passos 2 e 3. A soma dos valores de cada balança coincide com o valor do peso do conjunto caixa e água? Como você pode explicar essa diferença?	Não coincide. A leitura da balança está relacionada à força total aplicada no fio, que, por estar inclinado, apresenta componentes horizontal e vertical. Apenas a componente vertical é igual ao peso do conjunto. Por isso, a indicação da balança no <i>passo 3</i> é maior do que no <i>passo 2</i> (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 219).
03	No passo 4 os valores medidos pelas balanças aumentaram ou diminuíram em relação ao passo 3?	Aumentaram, pelo mesmo motivo indicado na questão 2. Como os barbantes ficaram mais inclinados, a componente vertical também diminuiu, e, por isso, deve-se aumentar a força aplicada para que essa componente corresponda à metade do peso da caixa e água (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 219).
04	Observando a tendência na variação dos valores das forças medidas pelas balanças, elabore uma explicação para o que foi observado.	A força peso atua sempre na direção vertical e para baixo. Quando colocamos duas balanças e levantamos a caixinha com ambas as balanças ao mesmo tempo, a força que equilibra a força peso é dividida nas duas balanças. Quando começamos a inclinar as balanças que seguram a caixinha, parte da força é projetada para o eixo horizontal. Para compensar e para manter a caixa suspensa no ar, devemos aumentar a intensidade da força para que a componente vertical da força aplicada equilibre a força peso (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 219).

Fonte: Autor (2024).

4.4.6 Orientações Didáticas Adicionais

Neste Módulo Didático 4 é crucial diferenciar massa e peso, duas grandezas frequentemente confundidas. Enquanto o peso está relacionado à massa e representa uma força de atração à distância, caracterizada por sua intensidade, direção e sentido, dependendo da aceleração gravitacional do planeta, a massa é uma propriedade inerente do corpo, permanecendo constante mesmo em planetas com diferentes acelerações gravitacionais (MORTIMER *et al.*, 2020).

A Atividade Experimental 4 – Objetos sob a ação de várias forças (APÊNDICE A) aborda o conceito de força como uma grandeza vetorial. Nesta Atividade Experimental 4, os

alunos conseguem visualizar como a influência de forças adicionais e a alteração na direção de cada uma podem afetar o equilíbrio dos objetos. A **Figura 33** introduz o diagrama de forças, que auxilia na determinação da força resultante em um corpo, concentrando-se na situação em que essa força é nula. Recomendamos uma análise minuciosa das situações apresentadas, incluindo a decomposição dos vetores, a aplicação da trigonometria e a representação do diagrama (MORTIMER *et al.*, 2020).

Para aprofundar o estudo do tema e reforçar as características das grandezas vetoriais, é sugerido apresentar outros exemplos, como questionar a diferença entre empurrar uma mesa com os braços alinhados paralelamente ou em direções diferentes. É importante notar que é mais eficaz empurrar a mesa na primeira configuração, já que a força aplicada é totalmente utilizada para movimentar o objeto (MORTIMER *et al.*, 2020).

Nesta tarefa, os alunos irão explorar como as forças aplicadas afetam um objeto de diferentes maneiras. Para isso, devem empregar dinamômetros (balanças portáteis), que são instrumentos acessíveis e geralmente de custo baixo. Outra opção é utilizar molas de aço previamente calibradas. No entanto, recomenda-se evitar espirais de encadernação, pois não seguem a lei de Hooke⁸, ou seja, não apresentam um comportamento linear e deformam-se facilmente (MORTIMER *et al.*, 2020).

No processo de implementação deste Produto Educacional, o Grupo C receberá 2 (duas) balanças portáteis digitais com gancho (adquiridas pelo professor com recursos próprios) para uso, conforme mostrado na **Imagem 7** abaixo.

Imagem 7. Balanças portáteis digitais com gancho utilizadas na Atividade Experimental 4.



Fonte: Autor (2024).

⁸ **Robert Hooke**, um cientista inglês nascido em 1635 e falecido em 1703, é conhecido por suas importantes contribuições em vários campos científicos. Ele desempenhou um papel crucial na compreensão da elasticidade dos materiais ao formular a "Lei de Hooke", que explica a relação entre a força aplicada a um material elástico e sua consequente deformação (RAMALHO JUNIOR; FERRARO, 2009).

Para garantir a eficácia no uso das balanças, é essencial que os alunos consultem o manual que acompanha os equipamentos para obter as instruções corretas. O manual das balanças eletrônicas portáteis está localizado na mesma caixa em que os equipamentos são fornecidos pelo professor orientador.

Para concluir, recomendamos agendar as "**Sessões de Orientação**" entre o professor e o Grupo C responsável pela elaboração e execução da Atividade Experimental 4 – Objetos sob a ação de várias forças. Sugerimos que essa interação cara a cara seja planejada para ocorrer na semana anterior à apresentação do Grupo C. O professor deve guiar os alunos, respondendo a perguntas sobre a realização do experimento, especialmente para aqueles menos familiarizados com práticas experimentais em ciências. É essencial promover uma abordagem colaborativa, garantindo que todos os membros do grupo progredam com igualdade de oportunidades, apoiando-se mutuamente.

4.5 Módulo Didático 5

4.5.1 Plano de Aula

No **Quadro 13** abaixo, apresenta-se o Plano de Aula que guiará a execução do Módulo Didático 5 deste Produto Educacional.

Quadro 13. Plano de Aula para o Módulo Didático 5.

IDENTIFICAÇÃO			
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas IFAL – <i>Campus</i> Santana do Ipanema			
Professor: José Carlos da Costa	Curso: Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Administração	Período: 1ª Série	Disciplina: Física 1
Tema: Terceira Lei de Newton ou Princípio da Ação e Reação.			Carga Horária: 1 hora e 40 minutos
OBJETIVOS			
Geral:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compreender a terceira lei de Newton e como ela se aplica na dinâmica dos corpos, percebendo que toda força de ação gera uma reação de igual intensidade, na mesma direção, porém em sentidos opostos. 			
Específicos:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Explorar o conceito de ação e reação de uma força; ✓ Explicar a terceira lei de Newton e usá-la em diversas situações, mostrando compreensão sobre como uma força de ação resulta em uma reação em objetos com massas iguais e diferentes; 			

- ✓ Compreender o uso de vetores para representar uma força;
- ✓ Identificar e analisar situações do cotidiano e experimentos que possam representar a terceira lei de Newton, desenvolvendo a habilidade de aplicar o conhecimento teórico na prática;
- ✓ Estabelecer um ambiente de aprendizagem interativo que encoraje os alunos a questionar, participar de debates e compartilhar suas experiências pessoais relacionadas ao assunto;
- ✓ Incentivar os estudantes a pesquisar e fazer apresentações em grupo para aprofundar o entendimento do tema, desenvolvendo habilidades de pesquisa, síntese de informações e técnicas de apresentação.

CONTEÚDOS

- ✓ Características vetoriais da força: módulo, direção e sentido; Lei da Ação e Reação; Exemplos do cotidiano para ilustrar princípio da ação e reação; Unidades de medida.

PROCEDIMENTOS

- ✓ **Preparação Inicial | Duração de 25 minutos:** O professor deve primeiro verificar a presença da maioria dos alunos e, em seguida, pedir aos alunos dos Grupos A, B e C para se reunirem em uma área designada da sala de aula. Enquanto isso, os membros do Grupo D devem posicionar-se na frente da turma com o experimento a ser apresentado. O professor deve escolher um local estratégico na sala de aula para observar a apresentação do Grupo D e monitorar o desempenho dos outros grupos. Além disso, o professor deve fazer uma rápida revisão das etapas que constituem a EEP66 que são fundamentais para a dinâmica da aula;
- ✓ **Estratégia de Ensino Phillips 66 com apresentação do Grupo A | Duração de 75 minutos:** Após concluir a preparação inicial, o professor deve conceder autorização aos membros do Grupo D para que possam iniciar as etapas que compõem a EEP66.

AVALIAÇÃO

- ✓ A avaliação dos alunos que compõem o Grupo D será feita de maneira contínua (avaliação formativa) a partir dos critérios de avaliação estabelecidos no Plano de Ensino para o desempenho individual de cada aluno durante a apresentação de seu grupo;
- ✓ A avaliação dos alunos que compõem os Grupos A, B e C será feita de maneira contínua (avaliação formativa), considerando o desempenho dos estudantes nas questões do *Relatório de Verificação Operacional* (APÊNDICE B) para a Atividade Experimental 5 (APÊNDICE A);
- ✓ A avaliação dos alunos que compõem os Grupos A, B e C também será feita de maneira contínua (avaliação formativa), através de uma observação sistemática e considerando a participação dos estudantes nas discussões que surgem durante a aula e nas funções desempenhadas dentro do grupo.

RECURSOS DIDÁTICOS

- ✓ Cópias impressas do *Relatório de Verificação Operacional* (APÊNDICE B) para a Atividade Experimental 5 – Ação e Reação;
- ✓ Experimento denominado “*Ação e Reação*” (APÊNDICE A) inteiramente confeccionado pelo GRUPO D;
- ✓ Apresentação de *slides* elaborada pelo Grupo D com o conteúdo da aula;
- ✓ *Smartphone* com função cronometro e/ou temporizador;
- ✓ Sino de mesa único e pequeno com campainha;
- ✓ Computador com software de apresentação;
- ✓ Passador de *slides* com pilha AAA;
- ✓ Pinceis para quadro branco;
- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Quadro branco;
- ✓ Apagador.

INDICAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **Tópicos de Física**. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 1 v. CD-ROM.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009. 1 v. CD-ROM.

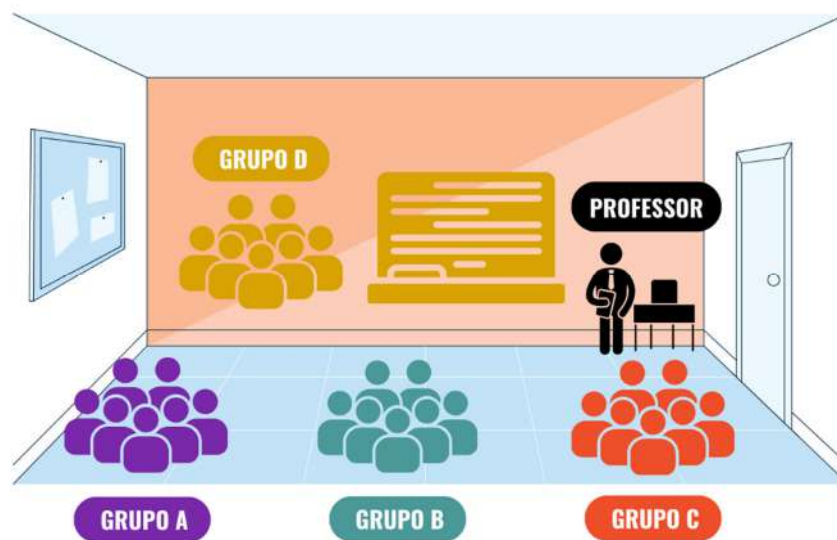
Fonte: Autor (2024).

4.5.2 Aspectos Metodológicos

O professor deve iniciar o Módulo Didático 5 com uma "preparação inicial" que precisa ser finalizada em até 25 (vinte e cinco) minutos. Inicialmente, é recomendado que o docente verifique a presença da maioria dos alunos. Depois, os estudantes dos Grupos A, B e C devem se reunir em uma zona designada na sala de aula.

Enquanto isso, os integrantes do Grupo D devem posicionar-se à frente da turma com o experimento a ser apresentado, seja na mesa do professor, na bancada da sala de aula ou no laboratório. Esta disposição é demonstrada na **Figura 34** abaixo. É essencial notar que a representação na **Figura 34** não é proporcional em termos de quantidade de elementos, e as cores usadas são fictícias.

Figura 34. Ilustração da disposição dos grupos em sala de aula para a execução do Módulo Didático 5. Os elementos não estão representados de forma proporcional. Cores fantasias.



Fonte: Autor (2024).

O professor deve escolher um local estratégico na sala de aula para observar a apresentação do Grupo D e monitorar os outros grupos. É crucial que o professor lembre brevemente as etapas da EEP66, pois são essenciais para a dinâmica da aula. Além disso, o docente pode incentivar a participação ativa dos alunos, promovendo um ambiente de aprendizado interativo e dinâmico. Encorajar perguntas e discussões entre os grupos pode

enriquecer a experiência de aprendizagem e estimular o pensamento crítico dos estudantes. Após isso, o professor deve distribuir uma cópia do *Relatório de Verificação Operacional* para a Atividade Experimental 5 – Ação e Reação (APÊNDICE B) aos Grupos A, B e C.

Cada grupo deve nomear um coordenador e um relator. O coordenador desempenha um papel essencial ao facilitar a comunicação e colaboração entre os membros, organizando e gerenciando as sessões para garantir a participação ativa de todos. Por outro lado, o relator é encarregado de documentar as discussões, resultados, pontos cruciais e conclusões das conversas. Os estudantes devem alternar entre as funções de coordenador e relator para que todos possam ter a oportunidade de assumir esses papéis ao longo dos módulos. Aqueles que já ocuparam essas funções no Módulo Didático 4 (Módulo Didático anterior) devem permitir que outros alunos participem, evitando repetições.

Após a "**preparação inicial**", o Grupo D pode iniciar as etapas da EEP66. A apresentação terá a duração de 75 (setenta e cinco) minutos e será dividida em 7 (sete) etapas.

Etapas 1 – 10 (dez) minutos para a realização do experimento pelo Grupo D à frente da classe com possíveis repetições;

Etapas 2 – 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a explicação do fenômeno e registrarem as hipóteses iniciais para as perguntas contidas no *Relatório de Verificação Operacional*;

Etapas 3 – 6 (seis) minutos para o coordenador de cada grupo explanar as hipóteses iniciais e/ou respostas encontradas;

Etapas 4 – 20 (vinte) minutos para o Grupo D explicar o experimento levando em conta alguns critérios presentes na BNCC (2018):

- i. O fenômeno físico da experimentação;
- ii. Se houver alguma modelagem matemática deve ser apresentada;
- iii. Uma aplicação no dia a dia;
- iv. Por fim, algo relacionado a melhoria na qualidade de vida ou segurança ou sustentabilidade ou diversidade étnica e cultural;

Etapas 5 – 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a formulação de uma conclusão ou a manutenção da hipótese inicial e registrarem novamente no *Relatório de Verificação Operacional*;

Etapas 6 – 6 (seis) minutos para o professor realizar o fechamento da apresentação;

Etapa 7 – 1 (um) minuto final para organização do ambiente escolar.

A **Figura 35** a seguir ilustra as sete etapas mencionadas anteriormente para implementar a EEP66 no Módulo Didático 5 da sequência de ensino e aprendizagem.

Além disso, os intervalos de tempo para cada fase da EEP66 devem ser controlados tanto pelo professor quanto pelo aluno coordenador de cada grupo. O aluno coordenador desempenha um papel crucial na promoção da comunicação e colaboração entre os participantes, incluindo o monitoramento do tempo atribuído a cada etapa da metodologia de ensino-aprendizagem Phillips 66.

Recomenda-se o uso de um *smartphone* com função de cronômetro e/ou temporizador, ou qualquer outro dispositivo de medição de tempo. Para sinalizar o término de um período específico em uma etapa, sugerimos o uso de um pequeno sino de mesa, conforme exemplificado na **Figura 17**.

Figura 35. Ilustração das etapas da EEP66 para abordar o conteúdo no quinto MD.



Fonte: Autor (2024).

É fundamental que o professor esteja disponível para auxiliar os alunos, esclarecendo dúvidas e orientando o desenvolvimento das atividades propostas. Ao criar um ambiente acolhedor e estimulante, o Módulo Didático 5 pode se tornar uma experiência enriquecedora e significativa para todos os envolvidos.

4.5.3 Revisão do Conhecimento

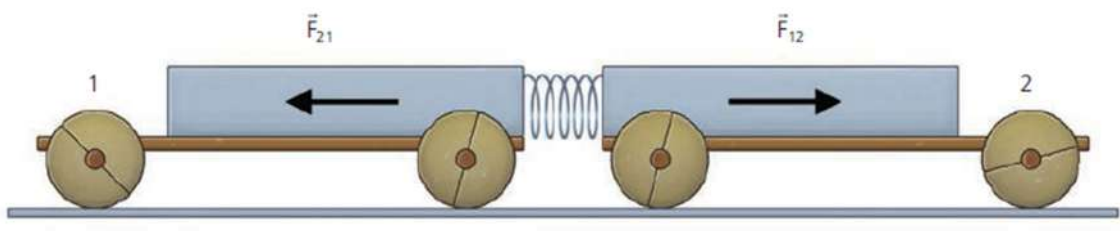
A Atividade Experimental 5 – Ação e Reação destaca um aspecto crucial da interação entre forças em objetos: as forças sempre surgem em pares. Uma força é a ação de um objeto sobre outro. Quando um objeto é submetido à ação de uma força, ele reage exercendo uma força de igual intensidade, na mesma direção, mas em sentido oposto à força recebida. Esse princípio é abordado na terceira lei de Newton (MORTIMER *et al.*, 2020).

A terceira lei de Newton, conhecida como lei da ação e reação, pode ser formulada da seguinte maneira: “Se um objeto A exerce uma força sobre um objeto B, este reage e exerce sobre o primeiro uma força de mesmo módulo, mesma direção, mas de sentido oposto” (MORTIMER *et al.*, 2020, p. 53). Matematicamente, escrevemos:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \quad (8)$$

A **Figura 36** ilustra as forças exercidas pelos carrinhos um sobre o outro após serem abandonados na Atividade Experimental 5 – Ação e Reação. Quando a mola do carrinho 1 se relaxa, ela gera uma força no carrinho 2 (\vec{F}_{12}). Ao ser empurrado, o carrinho 2 reage empurrando a mola na direção oposta, que, por estar conectada ao carrinho 1, transfere a força a ele. Assim, a força \vec{F}_{21} é a reação do carrinho 2 sobre o carrinho 1. Como observado na atividade, ambos os carrinhos se movimentaram em direções opostas (MORTIMER *et al.*, 2020).

Figura 36. Os carrinhos são impulsionados por forças em direções opostas. Os elementos não estão em escala. Cores imaginativas.

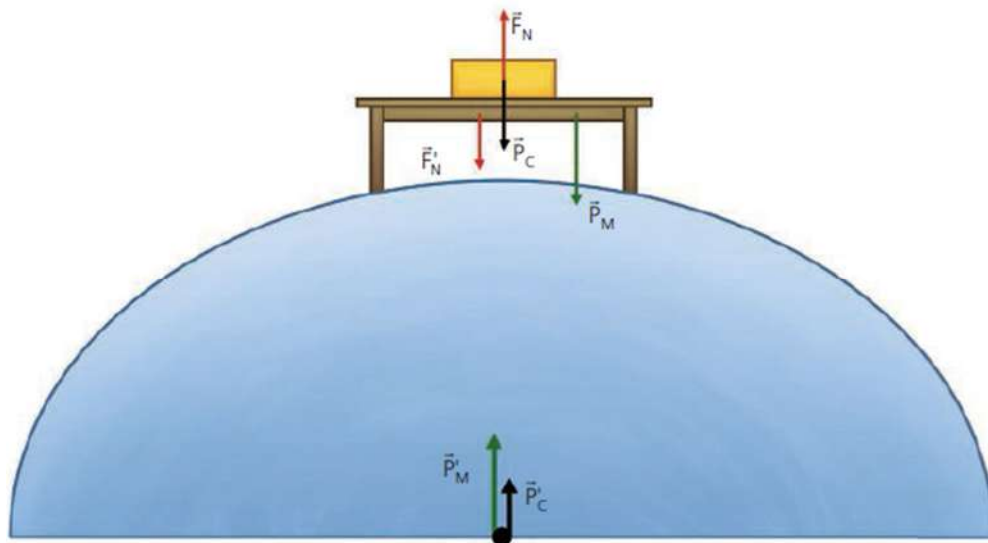


Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 53).

Os deslocamentos dos carrinhos no *passo 9* da Atividade Experimental 5 – Ação e Reação (APÊNDICE A) terem sido diferentes não implicam em forças diferentes, pois são pares de ação e reação, mantendo-se iguais em módulo. Contudo, devido a uma maior massa em um dos carrinhos, a aceleração resultante foi menor, conforme descrito pela segunda lei de Newton. Com uma aceleração menor, o carrinho mais pesado teve um deslocamento reduzido. Após iniciarem o movimento, a força de atrito com o chão faz com que os carrinhos se movam por uma certa distância antes de parar. O carrinho com maior aceleração acaba percorrendo uma maior distância (MORTIMER *et al.*, 2020).

A representação na **Figura 36** mostra que os pares de ação e reação ocorrem em corpos distintos. Quando a ação é exercida em um corpo, a reação atua sobre o outro corpo envolvido na interação, como mostrado na **Figura 37**, que ilustra uma caixa em cima de uma mesa na superfície terrestre, indicando diversos pares de ação e reação (MORTIMER *et al.*, 2020).

Figura 37. Diagrama de forças para uma caixa colocada em uma mesa na superfície terrestre, com elementos representados sem proporção ou distância real. Cores fictícias.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 53).

As forças \vec{P}_C e \vec{P}'_C formam um par de ação e reação: \vec{P}_C é a força peso com que a Terra atrai a caixa, enquanto a caixa reage atraindo a Terra com uma força \vec{P}'_C de igual módulo, mesma direção e sentido oposto à \vec{P}_C . A força \vec{F}_N atuando na caixa é exercida pela superfície da mesa em resposta à compressão \vec{F}'_N que a caixa exerce sobre essa mesma superfície. Além disso, as forças \vec{P}_M (peso da mesa – força com que a Terra atrai a mesa) e \vec{P}'_M (reação da mesa sobre a Terra) também são representadas. É importante observar que todos os pares de ação e reação ocorrem em corpos distintos e, portanto, nunca se anulam (MORTIMER *et al.*, 2020).

4.5.4 Relatório de Verificação Operacional

Antes de começar a dinâmica da EEP66, conforme ilustrado na **Figura 31**, os Grupos A, B e C foram estabelecidos e posicionados em uma área específica da sala de aula. Eles receberam o *Relatório de Verificação Operacional* (APÊNDICE B) da Atividade Experimental 5 – Ação e Reação.

Enquanto o Grupo D conduz o experimento, os Grupos A, B e C devem prestar total atenção, pois serão questionados sobre o conteúdo da apresentação por meio das perguntas do respectivo *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 5. Essas perguntas têm o objetivo de incentivar os alunos a aplicar os conceitos discutidos para aprofundar o conhecimento transmitido, e estão detalhadas no **Quadro 14** a seguir.

Quadro 14. Perguntas do *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 5.

Nº	QUESTÃO	HIPÓTESE INICIAL	CONCLUSÃO
01	Assim que os carrinhos foram liberados, no passo 8, eles começaram a se mover. Qual foi o agente responsável por produzir esse movimento?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
02	Os carrinhos se movem na mesma direção? Eles se movem no mesmo sentido?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
03	A espiral exerce força sobre um único carrinho ou sobre os dois? Que evidência sustenta sua resposta?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
04	Ambos os carrinhos são acelerados pela força exercida pela espiral?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
05	No passo 8, as distâncias percorridas pelos dois carrinhos são aproximadamente iguais ou são diferentes?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
06	A partir da resposta da Questão 5 (anterior), o que você pode dizer sobre as forças que atuam sobre os dois carrinhos: são aproximadamente iguais ou são diferentes?	Resposta do grupo	Resposta do grupo
07	Como se comparam as distâncias percorridas pelos dois carrinhos no passo 9, em que um deles tinha massa duas vezes maior que o outro? Como você interpreta esse resultado?	Resposta do grupo	Resposta do grupo

Fonte: Autor (2024).

Os *Relatórios de Verificação Operacional* sempre foram organizados em três colunas distintas. A primeira coluna apresenta a pergunta que os membros do grupo devem responder, conforme mostrado no **Quadro 14** acima. Na segunda coluna, há espaço para o grupo registrar sua hipótese inicial, que será aprimorada após discussão e consenso. Por último, na terceira coluna, o relator do grupo deve documentar a conclusão final dos membros somente após a apresentação do experimento. Em suma, a formulação da conclusão ou a manutenção da hipótese inicial deve ocorrer na *Etapa 5*, conforme indicado anteriormente na **Figura 35**.

O propósito principal da segunda coluna, chamada "Hipótese Inicial", e da terceira coluna, intitulada "Conclusão", é oferecer aos alunos a oportunidade de corrigir os erros enquanto estão aprendendo. Cometer equívocos faz parte natural do processo de aprendizagem e permitir que os alunos corrijam seus erros promove uma mentalidade de crescimento.

4.5.5 Resolução e Comentários das Atividades de Investigação

Nesta parte, vamos apresentar uma análise detalhada juntamente com observações sobre as questões do *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 5 – Ação e Reação (APÊNDICE A) para os Grupos A, B e C neste quinto Módulo Didático (consulte o **Quadro 14**).

Abordar essas questões tem como objetivo oferecer aos leitores uma compreensão clara e abrangente das estratégias e métodos essenciais para fortalecer a aprendizagem e aprimorar suas habilidades conceituais. Essa seção é uma ferramenta valiosa para os leitores aprofundarem seu conhecimento nos tópicos abordados e aprimorarem suas habilidades na resolução de problemas.

A Atividade Experimental 5 – Ação e Reação explora a terceira lei de Newton, destacando um aspecto crucial do efeito das forças nos objetos: as forças sempre surgem em pares. Essa atividade possibilita examinar a relação entre massa e aceleração, mostrando que uma força de ação provoca uma força de reação em carrinhos com massas semelhantes e diferentes. A seguir, o **Quadro 15** traz as respostas das perguntas do *Relatório de Verificação Operacional* para a Atividade Experimental 5.

Quadro 15. Resolução das perguntas do *Relatório de Verificação Operacional* da Atividade Experimental 5.

Nº	QUESTÃO	SOLUÇÃO E COMENTÁRIOS
----	---------	-----------------------

01	Assim que os carrinhos foram liberados, no passo 8, eles começaram a se mover. Qual foi o agente responsável por produzir esse movimento?	A força elástica exercida pela mola (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 223).
02	Os carrinhos se movem na mesma direção? Eles se movem no mesmo sentido?	Eles se movem na mesma direção, mas em sentidos opostos (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 223).
03	A espiral exerce força sobre um único carrinho ou sobre os dois? Que evidência sustenta sua resposta?	Sobre os dois carrinhos, e a evidência dessa força mútua é o fato de que os dois carrinhos se movimentam em sentidos opostos. Se a força fosse exercida sobre apenas um carrinho, só ele se moveria (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 223).
04	Ambos os carrinhos são acelerados pela força exercida pela espiral?	Sim. Pela mesma razão do item anterior (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 223).
05	No passo 8, as distâncias percorridas pelos dois carrinhos são aproximadamente iguais ou são diferentes?	Aproximadamente iguais (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 223).
06	A partir da resposta da Questão 5 (anterior), o que você pode dizer sobre as forças que atuam sobre os dois carrinhos: são aproximadamente iguais ou são diferentes?	São forças aproximadamente iguais, pois a distância percorrida para um mesmo intervalo de tempo foi aproximadamente igual, indicando que os valores da aceleração desenvolvida pelos carrinhos são aproximadamente os mesmos. Como eles têm a mesma massa, a intensidade da força é aproximadamente a mesma, com mesma direção e sentidos opostos (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 223).
07	Como se comparam as distâncias percorridas pelos dois carrinhos no passo 9, em que um deles tinha massa duas vezes maior que o outro? Como você interpreta esse resultado?	A distância percorrida pelo carrinho com o dobro da massa foi aproximadamente a metade da distância percorrida pelo outro carrinho. Isso acontece, pois a força exercida pela mola continua a mesma, mas como a massa de um deles aumentou, este adquiriu uma aceleração menor e deslocou-se menos. Lembre-se de que os carrinhos possuem aceleração apenas enquanto a mola se alonga, isto é, a mola exerce força sobre os carrinhos. Depois que a força para de atuar os carrinhos movem-se por inércia até pararem pela força de atrito (MORTIMER <i>et al.</i> , 2020, p. 223).

Fonte: Autor (2024).

4.5.6 Orientações Didáticas Adicionais

Nesta Atividade Experimental 5 – Ação e Reação, os alunos irão analisar os pares de ação e reação das forças agindo em dois objetos. As observações feitas ajudarão a reforçar a ideia de que esses pares de forças agem em corpos distintos. Alguns exemplos de pares de ação e reação são citados na seção 4.5.3 denominada “Revisão do Conhecimento”. É fundamental

destacar que esses pares de forças nunca agem no mesmo corpo e que possuem o mesmo módulo e direção, porém em sentidos opostos.

Para concluir, sugerimos marcar as "**Sessões de Orientação**" entre o professor e os membros do Grupo D responsável pela preparação e realização da Atividade Experimental 5 - Ação e Reação. Recomendamos que essa interação presencial seja programada para acontecer na semana que antecede a apresentação do Grupo D. O professor orientará os alunos, esclarecendo dúvidas sobre a realização do experimento, especialmente para aqueles menos familiarizados com práticas experimentais em ciências. É fundamental fomentar uma abordagem colaborativa, assegurando que todos os membros do grupo avancem com igualdade de oportunidades, apoiando-se mutuamente.

4.6 Módulo Didático 6

4.6.1 Plano de Aula

Reforçamos que os planos de aula ajudam os professores a se manterem focados e a garantir que todas as atividades planejadas sejam realizadas dentro do tempo previsto. No **Quadro 16** abaixo, apresenta-se o plano de aula que guiará a execução do sexto e último Módulo Didático deste Produto Educacional.

Quadro 16. Plano de aula para o Módulo Didático 6.

IDENTIFICAÇÃO			
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas IFAL – <i>Campus</i> Santana do Ipanema			
Professor: José Carlos da Costa	Curso: Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Administração	Período: 1ª Série	Disciplina: Física 1
Tema: Avaliação e Apropriação dos Resultados.			Carga Horária: 1 hora e 40 minutos
OBJETIVOS			
Geral:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Avaliar as ações de intervenção feitas ao implementar os MD 1, 2, 3, 4 e 5. Os alunos precisam conseguir aplicar os conteúdos dos MD anteriores em diversas situações, evidenciando um conhecimento aprofundado dos conceitos abordados. 			
Específicos:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Resolver a Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (Pós-teste); ✓ Demonstrar entendimento e proficiência nos assuntos trabalhados durante os 5 (cinco) MD anteriores; 			

- ✓ Avaliar a sequência de ensino e aprendizagem por meio do questionário denominado Avaliação da EEP66;
- ✓ Refletir sobre possibilidades de mudanças e aprofundamentos na implementação da sequência de ensino e aprendizagem mediada pela metodologia Phillips 66;
- ✓ Refletir sobre o desempenho acadêmico pessoal através do questionário chamado Autoavaliação Acadêmica do Aluno. Os estudantes devem avaliar seu próprio desempenho acadêmico, assumindo o papel principal no processo de ensino e aprendizagem.

CONTEÚDOS

- ✓ Avaliação da aprendizagem; Critérios de avaliação; Etapas da avaliação; Instrumentos de avaliação.

PROCEDIMENTOS

- ✓ **Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (APÊNDICE D) | Duração de 80 minutos:** O professor deve iniciar a aula com a aplicação da Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (Pós-teste). O objetivo é avaliar o entendimento e a proficiência dos assuntos tratados nos MD, assim como as habilidades dos alunos em resolver problemas semelhantes aos discutidos em aula, por meio dos experimentos listados no *Guia Prático para Realização de Experimentos* (consulte o APÊNDICE A). Essa etapa deve ser feita no início das atividades em sala de aula;
- ✓ **Avaliação da Estratégia de Ensino Phillips 66 e Autoavaliação Acadêmica do Aluno (APÊNDICE E) | Duração de 20 minutos:** Após concluir a Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (Pós-teste), o professor deve disponibilizar aos alunos o questionário sobre a Avaliação da EEP66 e a Autoavaliação Acadêmica do Aluno (consulte o APÊNDICE E). A meta é analisar o processo de ensino e aprendizagem sob a perspectiva do aluno. Isso permite que os educadores identifiquem áreas de melhoria e façam os ajustes necessários para garantir os melhores resultados de aprendizagem.

AVALIAÇÃO

- ✓ A avaliação dos alunos será feita de maneira diagnóstica através da Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (APÊNDICE D);
- ✓ A avaliação da metodologia Phillips 66 será feita de maneira contínua (avaliação formativa), inclusive através do questionário denominado de Avaliação da EEP66 (APÊNDICE E);
- ✓ A avaliação dos alunos será feita de maneira contínua (avaliação formativa), inclusive através do questionário denominado de Autoavaliação Acadêmica do Aluno (APÊNDICE E). Essa abordagem colaborativa aprimora o processo de avaliação, fornecendo percepções valiosas sobre o progresso individual do aluno.

RECURSOS DIDÁTICOS

- ✓ *Link* para o *Google Forms* onde o aluno poderá encontrar as perguntas do questionário "*Avaliação da Estratégia de Ensino Phillips 66 (EEP66) e Autoavaliação Acadêmica do Aluno*".
- ✓ Cópias impressas da Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (Pós-teste);
- ✓ *Smartphone* com função cronometro e/ou temporizador;
- ✓ Sino de mesa único e pequeno com campainha;
- ✓ Computador com software de apresentação;
- ✓ Passador de *slides* com pilha AAA;
- ✓ Pinceis para quadro branco;
- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Quadro branco;
- ✓ Apagador.

INDICAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **Tópicos de Física**. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 1 v. CD-ROM.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009. 1 v. CD-ROM.

Fonte: Autor (2024).

4.6.2 Aspectos Metodológicos

O docente deve iniciar a aula utilizando a Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (Pós-teste) disponível no APÊNDICE D deste recurso educacional para avaliar a compreensão e proficiência dos temas abordados nos MD 1, 2, 3, 4 e 5. Além disso, o Pós-teste avalia as habilidades dos alunos na resolução de problemas semelhantes aos discutidos em aula, seguindo os experimentos descritos no *Guia Prático para Realização de Experimentos* (consulte o APÊNDICE A).

Os alunos receberão um questionário com 10 (dez) questões, sendo esta avaliação uma etapa crucial do processo de aprendizagem. Será realizada no último módulo didático, após as apresentações dos grupos em sala de aula, seguindo a EEP66. Além disso, o exame servirá como um recurso adicional para os professores avaliarem a eficácia da estratégia de aprendizagem e identificarem áreas que precisam de aprimoramento.

Durante a avaliação, é essencial informar aos alunos que não é permitido o uso de celulares, consulta a livros, notas ou colegas próximos. Após responderem às questões, os alunos devem preencher o gabarito na primeira página da avaliação, marcando as alternativas com uma caneta esferográfica azul ou preta. O tempo disponível para a conclusão e entrega da avaliação é de 1 (uma) hora e 20 (vinte) minutos, ou seja, até 80 (oitenta) minutos.

Após a conclusão da Avaliação de Conhecimentos Adquiridos, é importante que o professor forneça aos alunos o questionário sobre a Avaliação da EEP66 e a Autoavaliação Acadêmica do Aluno (ver APÊNDICE E). O objetivo é avaliar o processo de ensino e aprendizagem da perspectiva dos alunos, permitindo que os educadores identifiquem áreas de melhoria e realizem os ajustes necessários para garantir os melhores resultados de aprendizagem.

Recomendamos que a disponibilização do questionário Avaliação da Estratégia de Ensino Phillips 66 (EEP66) e Autoavaliação Acadêmica do Aluno seja realizada por meio do *Google Forms*, pois essa ferramenta é extremamente simples de usar, possibilitando que o professor crie e compartilhe questionários com facilidade. No entanto, se for a preferência do professor, o questionário também pode ser fornecido aos alunos em formato impresso.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Produto Educacional (PE) que propusemos consistiu em uma sequência didática sobre as Leis de Newton no Ensino Médio, seguindo a Estratégia de Ensino Phillips 66 (EEP66) e embasado nas teorias de Vygotsky e Ausubel. Além disso, diversas atividades experimentais foram empregadas para promover uma aprendizagem significativa, rompendo com o ensino tradicional. Desta forma, os alunos podem se envolver em atividades educativas que atendem às suas necessidades e interesses, ampliando seus conhecimentos e aplicando-os para enfrentar os desafios do mundo atual.

Dessa forma, o PE proporciona uma experiência de ensino personalizada e envolvente, incentivando os alunos a se envolverem ativamente no processo de aprendizagem. Ao explorarem suas necessidades e interesses, os estudantes são motivados a ampliar seus horizontes e a desenvolver habilidades essenciais para enfrentar os desafios do mundo moderno. Com uma abordagem centrada no aluno, o PE visa não apenas transmitir conhecimento, mas também inspirar a criatividade, a inovação e o pensamento crítico, preparando os alunos para um futuro repleto de oportunidades e sucesso.

Diante do exposto, a EEP66 revela-se apropriada para o nosso objetivo de abordar o conteúdo das Leis de Newton com foco na exploração de atividades experimentais no Ensino Médio (EM). É crucial destacar que ao utilizar essa sequência didática, os alunos devem estar cientes de todas as atividades planejadas e da nova dinâmica que as aulas terão, para que possam participar de forma mais ativa nas aulas.

É fundamental que os estudantes compreendam que a EEP66 visa promover uma aprendizagem mais dinâmica e participativa, estimulando o pensamento crítico e a investigação científica. Através da realização de experimentos e da discussão em grupo, os alunos terão a oportunidade de aplicar na prática os conceitos teóricos das Leis de Newton, o que contribuirá significativamente para a consolidação do conhecimento e para o desenvolvimento de habilidades essenciais para sua formação acadêmica e profissional. Dessa forma, ao adotar essa abordagem inovadora, esperamos não apenas aprimorar o entendimento dos conteúdos, mas também despertar o interesse dos estudantes pela Física e pela ciência de uma forma geral.

Ao utilizar esse recurso educacional, os professores conseguem economizar tempo no planejamento e na preparação das aulas, possibilitando que se concentrem em tornar as aulas mais envolventes e interativas. No entanto, somos conscientes das limitações do nosso PE, uma

vez que a sequência de ensino proposta foi desenvolvida considerando um tempo específico para a realização das atividades propostas.

Dessa forma, reforçamos que o PE pode ser expandido para futuras implementações. Novos Módulos Didáticos (MD) podem ser incluídos na sequência de ensino e aprendizagem, focando em conceitos como movimentos acelerados. Um exemplo seria analisar como um objeto tem sua velocidade alterada devido à força peso, ou seja, a força da gravidade. Nesse sentido, observar e estudar a influência da resistência do ar sobre os objetos em queda também se torna relevante.

Mais um exemplo de acréscimo poderia ser a criação de um MD dedicado ao estudo das forças de atrito, abordando as diferenças entre as forças de atrito de rolamento e deslizamento. O intuito seria permitir que os alunos investigassem o comportamento da força de atrito em situações de repouso e movimento. Além disso, outro MD poderia ser elaborado para uma atividade experimental que permitisse aos alunos observar as propriedades dos movimentos curvilíneos, especialmente as forças necessárias para sua ocorrência e o comportamento das grandezas cinemáticas, como velocidade e aceleração, que caracterizam esse tipo de movimento.

A sequência de ensino e aprendizagem proposta neste PE representa um pequeno avanço na tentativa de romper com os métodos tradicionais de ensino em sala de aula. Esperamos que novas ideias surjam a partir deste PE nessa mesma direção. Esperamos que os professores tenham se sentido inspirados pela nossa sequência didática e que busquem aprimorar a qualidade de sua prática educacional, expandindo sua aplicação para diferentes turmas e conteúdos de maneira gradual. Pois toda transformação exige um esforço adicional e comprometimento.

A mudança é fundamental para o desenvolvimento contínuo da educação e para garantir que os alunos estejam engajados e motivados. Ao romper com os métodos tradicionais, abre-se espaço para a criatividade, a colaboração e a adaptação às necessidades dos estudantes. Que este Produto Educacional seja apenas o começo de uma jornada de transformação e crescimento na educação. Juntos, podemos construir um futuro mais brilhante e inspirador para todos os envolvidos no processo educativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate (org.). **Processos de ensinagem na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 5. ed. Joinville: Univille, 2005. 144 p. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/124590/mod_resource/content/1/Txt%2B13_Anastasiou_estrategias%20de%20ensino.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CAMPOS, Ilka Denise Rosseto Gallego; RESENDE NETO, Irineu Muniz de; GAY, Vitor (org.). **Manual de Técnicas e Metodologias de Ensino para os Eventos de Formação**: gestão de adultos - material de apoio. Curitiba: União dos Escoteiros do Brasil - Escritório Nacional, 2012. 58 p. Disponível em: <https://altamironocan.files.wordpress.com/2012/10/manual_de_tc3a9cnicas_e_metodologias_de_ensino_para_os_eventos_de_formac3a7c3a3o.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2024.

CAÑETE, Lilian Sipoli Carneiro. **O diário de bordo como instrumento de reflexão crítica da prática do professor**. 2010. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte (MG), 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-8CSKSG>>. Acesso em: 04 abr. 2024.

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **Tópicos de Física**. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 1 v. CD-ROM.

HAYDT, Regina Célia Cazaux. **Curso de didática geral**. São Paulo: Ática, 2011. 248 p. Disponível em: <https://docs.google.com/file/d/18Xm9At1fwBIFI2fF8KSjaMC1GulOqJ2aNi91zZjF36Dc4vCtpsqlzTh3_4gl/edit>. Acesso em: 04 mar. 2024.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da aprendizagem: o que o professor disse**. ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda. 2016. 493 p. Disponível em: <<https://elibro.net/pt/ereader/ifal/126651?page=231>>. Acesso em: 16 mar. 2024.

MARCHESAN, Michele *et al.* Tempestade Cerebral, Phillips 66 e GV/GO: a prática com estratégias de ensino em uma turma de curso técnico. **Revista Thema**, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 307-318, 6 dez. 2017. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia Sul-Rio-Grandense. <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.307-318.736>. Disponível em: <<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/736>>. Acesso em: 27 mar. 2024.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo (SP): Atlas, 2003. 310 p. ISBN 85-224-3397-6. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india/view>. Acesso em: 17 dez. 2023.

MATZAR, Nery Herald Villegas. **Técnica Phillips 66 y el aprendizaje de los casos de factorización**. 2015. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura En La Enseñanza de Matemática y Física, Facultad de Humanidades, Universidad Rafael Landívar, Quetzaltenango, 2015. Disponível em: <<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/05/86/Villegas-Nery.pdf>>.

Acesso em: 22 fev. 2024.

MORTIMER, Eduardo *et al.* **Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar:** origens: o universo, a terra e a vida. São Paulo: Scipione, 2020. 276 p. CD-ROM.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física.** 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009. 1 v. CD-ROM.

SANTOS, Kelly Cristina dos (org.). **Diálogo:** ciências da natureza e suas tecnologias. São Paulo: Moderna, 2020. Disponível em:

https://pnld.moderna.com.br/wpcontent/uploads/2021/05/FP_0196P21203_1_MP_PDF_CAR_AC.pdf. Acesso em: 17 maio 2023.

SOUZA, Wellinton Angi Valinde; PINHEIRO, Jean Reinildes. Estratégia de Ensino Phillips 66 no Ensino de Física no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 18, n. 1, p. 123-193, 22 abr. 2023. Quadrimestral. Disponível em:

<<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1137/970>>.

Acesso em: 21 maio 2023.

SOUZA, Wellington Angi Valin de. **Estratégia de Ensino Phillips 66 no Ensino Experimental de Física.** 2020. 112 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática – Física, Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop (MT), 2020. Disponível em:

<<https://www.researchgate.net/publication/345040107 ESTRATEGIA DE ENSINO PHILLIPS 66 NO ENSINO EXPERIMENTAL DE FISICA>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

SOUZA, Wellinton Angi Valin de; FERREIRA, Luana Souza; PINHEIRO, Jean Reinildes. O uso da metodologia Phillips 6/6 no Ensino de Física. In: VII Simpósio da Amazônia Meridional em Ciências Ambientais, 7., 2018, Sinop (Mt). **Anais VII Simpósio da Amazônia Meridional em Ciências Ambientais: Resumos Simples – Scientific Electronic Archives.** Sinop (MT): Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), 2018. v. 11, p. 53-53. Disponível em:

<<https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/748/797>>. Acesso em: 19 fev. 2024.

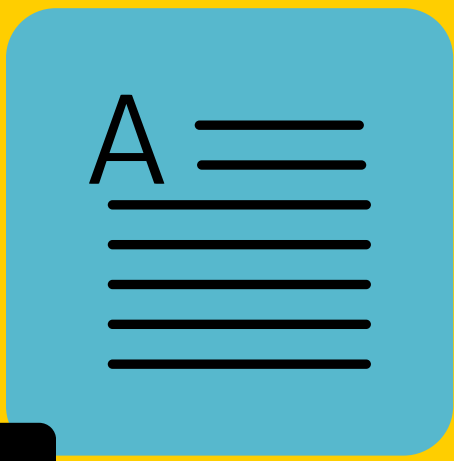
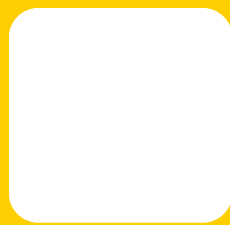
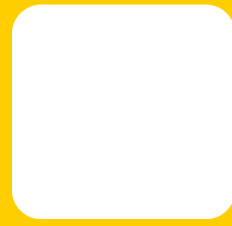
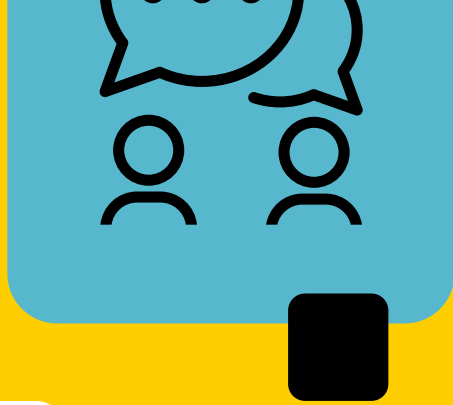
THOMPSON, Miguel *et al.* **Conexões: ciências da natureza e suas tecnologias:** matéria e energia. São Paulo: Moderna, 2020. 236 p. CD-ROM.

VALE DE SOUZA, I. (Coord.). **Sequências didáticas no ensino de línguas:** experiências, reflexões e propostas. ed. Jundiaí, São Paulo: Bookwire - Paco e Littera, 2018. 333 p. Disponível em: <<https://elibro.net/pt/ereader/ifal/113475?page=6>>. Acesso em: 01 mar. 2024

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa:** Como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A

Guia Prático para Realização de Experimentos



GUIA PRÁTICO PARA REALIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS

JOSÉ CARLOS DA COSTA



Atividade Experimental 1

ANÁLISE DO MOVIMENTO RETILÍNEO COM UM DISCO DE AR

INVESTIGAÇÃO

Os movimentos que percebemos no cotidiano parecem necessitar sempre de uma força para que aconteçam. Uma bola lançada por um jogador de futebol, por exemplo, atinge o repouso alguns metros depois do chute. O movimento da Terra, ao contrário, é ininterrupto. Que fatores determinam o movimento dos corpos celestes e dos objetos do cotidiano? O que leva os objetos em movimento na superfície da Terra ao repouso? Nesta atividade vamos iniciar a busca por respostas a essas questões. Para tanto, vamos investigar o movimento de um disco em uma situação com atrito significativo e em outra, com atrito bastante reduzido.

Atenção

Lembre-se que a pistola de cola quente pode causar queimaduras. Por isso, manuseie-a com cuidado e, se precisar de ajuda, não hesite em chamar o professor.

MATERIAIS

Um CD (usado ou novo), uma tampinha de garrafa PET, cola de silicone ou cola quente, um balão de látex (utilizado em festas de aniversário), um prego de 5 mm de diâmetro e um pedaço de barbante de 20 cm (Figura 1 ao lado).



Figura 1 - Materiais necessários para o experimento.

O QUE FAZER

1. Cole a tampinha de refrigerante, previamente furada pelo professor com o prego, sobre a face não brilhante do CD (Figura 2a). Adapte o balão de látex em volta da tampinha (Figura 2b), amarrando-o com um barbante (Figura 2c).

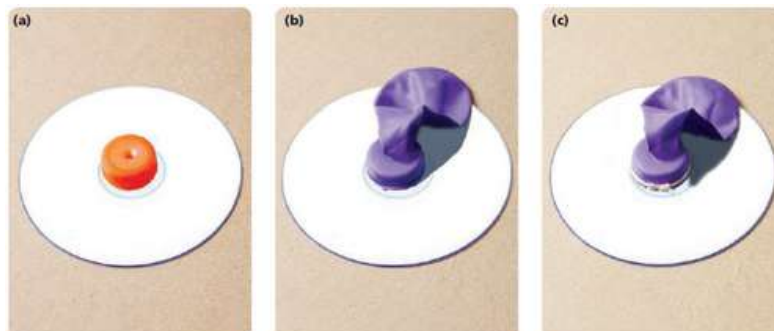


Figura 2 - Montagem do disco de ar.

2. Coloque o disco com o balão vazio sobre uma superfície lisa, limpa e horizontal (Figura 3a). Dê um pequeno empurrão (um "peteleco" com os dedos) no disco para fazê-lo se movimentar horizontalmente. Observe o que ocorre.
3. Encha o balão de ar soprando por baixo do disco. Quando estiver cheio, pressione o pescoço do balão com os dedos para evitar a saída do ar. Coloque o CD sobre a superfície e, enquanto solta os dedos para o ar sair, dê um empurrão no disco ao longo da mesa (Figura 3b). Observe o movimento do disco nessa nova situação.

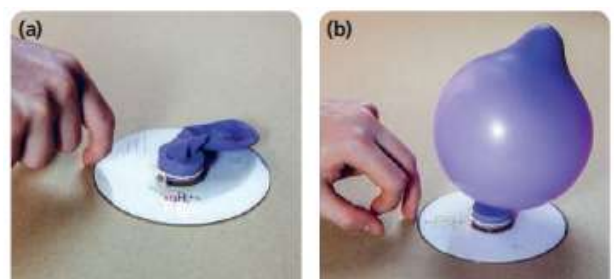


Figura 3 - a) Movimento do disco de ar com o balão vazio. b) Movimento do disco de ar com o balão cheio.

REFLEXÃO

1. Utilize suas observações para descrever as semelhanças e as diferenças entre os movimentos desenvolvidos pelo balão nas duas situações.
2. Elabore hipóteses para explicar por que o disco de ar para na situação do passo 2 (Figura 3a).
3. Na situação do passo 3 (Figura 3b), depois que você empurrou o disco, o que manteve o movimento?
4. Considere a situação hipotética de uma superfície lisa, plana e muito comprida, e um balão grande que soltasse ar durante todo o movimento dele nessa superfície. O balão pararia antes de chegar ao fim da superfície?

APRESENTAÇÃO EM SALA DE AULA

A apresentação será realizada em 48 (quarenta e oito) minutos e ocorrerá da seguinte forma:

- a. 3 (três) minutos para a realização do experimento com possíveis repetições;
- b. 6 (seis) minutos para os demais grupos discutirem a explicação do fenômeno e registrarem as hipóteses iniciais para as perguntas contidas no Relatório de Verificação Operacional;
- c. 4 (quatro) minutos para cada grupo explicar suas hipóteses iniciais;
- d. 10 (dez) minutos para o professor explicar o experimento levando em conta os seguintes critérios:
 - i. O fenômeno físico da experimentação;
 - ii. Se houver alguma modelagem matemática deve ser apresentada;
 - iii. Uma aplicação no dia a dia;
 - iv. Por fim, algo relacionado a melhoria na qualidade de vida ou segurança ou sustentabilidade ou diversidade étnica e cultural;
- e. 6 (seis) minutos para os demais grupos discutirem a formulação de uma conclusão ou a manutenção da hipótese inicial e registrarem novamente no Relatório de Verificação Operacional;
- f. 6 (seis) minutos para o orientador (professor-pesquisador) realizar o fechamento da apresentação;
- g. 1 (um) minuto final para organização do ambiente escolar.

DICAS IMPORTANTES PARA A EXPERIMENTAÇÃO

1. Sinta-se à vontade para adaptar ou inovar ao utilizar os materiais.
2. Caso precise de ajuda ou orientação, não hesite em entrar em contato com o professor.
3. Se algum material não estiver disponível, sinta-se à vontade para entrar em contato com o professor.

FONTE (adaptado)

MORTIMER, Eduardo et al. *Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: origens: o universo, a terra e a vida*. São Paulo: Scipione, 2020. 276 p. CD-ROM.



Atividade Experimental 2

TROMBADA E EXPOSITOR INERCIAL DE NEWTON

INVESTIGAÇÃO

De maneira geral, a mecânica de Newton nos diz que "um objeto estará em equilíbrio desde que não haja uma força resultante agindo sobre ele". Um objeto, um livro por exemplo, encontra-se em repouso sobre a superfície horizontal de uma mesa. Enquanto a força resultante de todas as forças que atuam sobre ele for igual a zero, o livro não modificará seu estado de movimento e portanto continuará em repouso sobre a superfície da mesa.

Por outro lado, se você exercer sobre o livro uma força horizontal e para a direita, de intensidade maior que a da força de atrito entre o livro e a superfície da mesa, o livro sairá do repouso, adquirindo velocidade, modificando então seu estado de movimento.

Dessa forma, o conceito de força é associado à ideia de puxar e empurrar objetos, provocando o movimento de um corpo ou mesmo mantendo-o em equilíbrio. Mas será que todo corpo em movimento necessita de uma força para manter-se em movimento? Será que, cessando a ação da força, o movimento acaba? Nesta atividade, composta por dois experimentos, vamos iniciar a busca por respostas a essas questões. Para tanto, vamos investigar o movimento de objetos quando não há ação de forças externas sobre eles.

1

TROMBADA

MATERIAIS

Um carrinho de aço que tenha pouco atrito, uma bolinha de aço, encontrada em bicicletarias ou oficinas mecânicas, duas réguas de qualquer tipo para fazer de rampa, um lápis, uma pequena porção de massa de modelar para fixar a bolinha de aço no carrinho, alguns livros e fita adesiva. OBSERVAÇÃO: Como alternativas de substituição de materiais, uma pasta foi usada em vez de régua e não foi necessário o uso de massa de modelar. O carrinho usado no experimento continha um buraco que serviu para segurar a bolinha.



Figura 1 - Materiais necessários para a atividade.

O QUE FAZER

1. Unir as duas réguas com fita adesiva, certificando-se de que o lado numerado de uma esteja alinhado com a outra.
2. Coloque um ou mais livros empilhados sobre uma mesa lisa e reta.
3. Apoiar o início das réguas, que já estão coladas, no topo da pilha de livros.
4. Fixe as extremidades das réguas com fita adesiva, tanto na mesa quanto na pilha de livros, para evitar que a rampa escorregue.
5. Fixe um lápis perpendicularmente à base da rampa com fita adesiva, a aproximadamente 20 cm de distância.
6. Adicione uma pequena quantidade de massa de modelar no capô do carrinho e, em seguida, coloque a bolinha de aço sobre ela, pressionando-a levemente.



Figura 2 - Montagem do aparato experimental.

7. Coloque o conjunto composto por carro, massa e bolinha no topo da rampa. Abandone o conjunto (velocidade inicial igual a zero) e analise o fenômeno observado.

2

EXPOSITOR INERCIAL DE NEWTON

MATERIAIS

Equipamento para o ensino de física denominado “Expositor Inercial de Newton” adquirido pelo professor-pesquisador com recursos próprios. O equipamento possui uma estrutura principal medindo 16 cm de comprimento, 7,5 cm de largura e 9,5 cm de altura. Uma placa metálica no formato retangular, medindo 3 cm de comprimento e 2 cm de largura, com um orifício no centro. Uma mola helicoidal, um pequeno barbante e uma esfera metálica de massa 34 gramas e diâmetro aproximado de 2 cm. Todas essas particularidades e características podem ser observadas na Figura 1 a seguir.

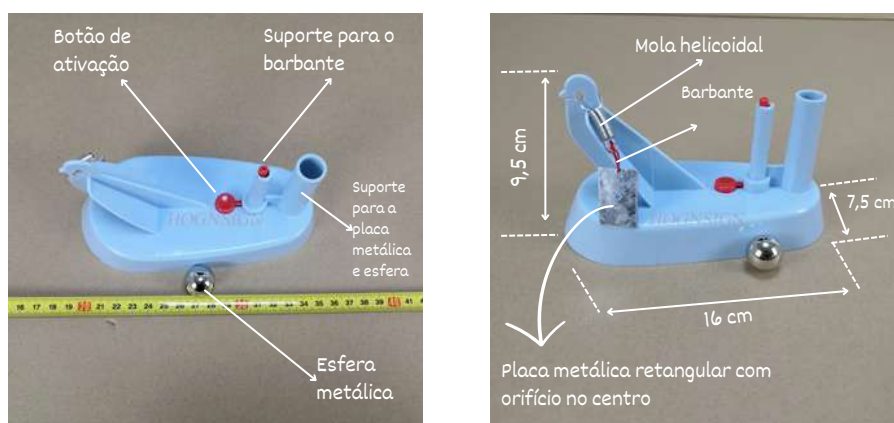


Figura 1 - Equipamento denominado Expositor Inercial de Newton.

O QUE FAZER

1. Para realizar o experimento, comece reunindo todos os materiais necessários, incluindo a estrutura principal, mola helicoidal, barbante e placa metálica retangular (conforme ilustrado na Figura 2a). Em seguida, coloque a estrutura na horizontal sobre uma superfície plana (como mostrado na Figura 2b).

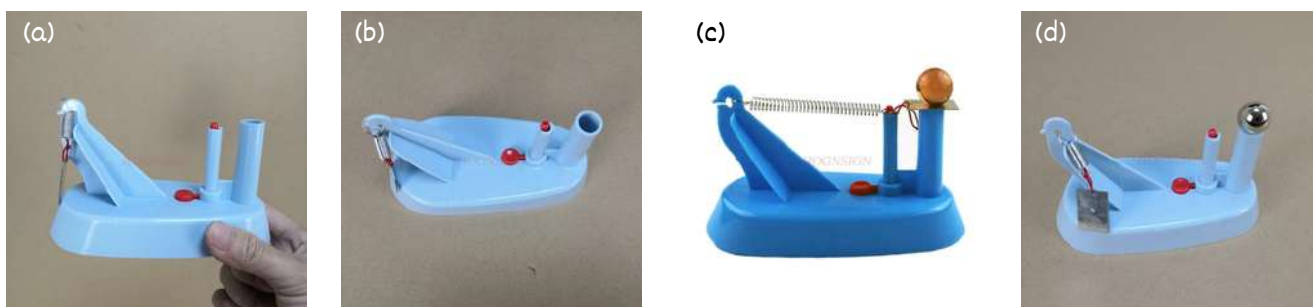


Figura 2 - Etapas sequenciais para realização do experimento.

2. Pegue a placa metálica retangular e deslize-a horizontalmente para colocá-la sobre o suporte (cilindro vertical mais espesso). Com isso, a mola será estendida horizontalmente e você poderá colocar o barbante no suporte de barbante (cilindro vertical menos espesso), conforme a Figura 2c.
3. Agora, posicione a esfera metálica sobre o pequeno orifício da placa metálica retangular, como indicado na Figura 2c.
4. Com todos os equipamentos experimentais devidamente instalados e estabilizados, pressione o botão vermelho de ativação localizado na parte inferior da estrutura principal. Ao fazer isso, o barbante se soltará

do suporte (cilindro vertical mais fino) e a mola exercerá uma força repentina e horizontal, removendo a placa metálica retangular do suporte (cilindro vertical mais espesso), mas a esfera metálica ainda permanecerá apoiada no suporte (cilindro vertical mais espesso), conforme ilustrado na Figura 2d.

REFLEXÃO

1. No experimento "Trombada", quando o carrinho para diante de um obstáculo, a esfera é "atirada" para a frente, continuando o movimento de antes da colisão. Fisicamente, como você explica o fenômeno observado?
2. Para retirar o excesso de água das mãos molhadas, uma pessoa movimenta as mãos de cima para baixo e, em seguida, as faz parar instantaneamente. Por que, ao proceder dessa forma, a água em excesso deixa as mãos da pessoa?
3. Desde 1997, o Código Brasileiro de Trânsito determina a obrigatoriedade do cinto de segurança em todas as vias do território nacional. Com base no conceito de inércia, explique a função do cinto de segurança nos veículos.
4. No experimento "Expositor Inercial de Newton", quando a pequena placa metálica retangular é puxada rápida e vigorosamente, na direção horizontal, a esfera metálica permanece praticamente em repouso. Fisicamente, como você explica o fenômeno observado?
5. Admita um ônibus em repouso em relação ao solo. Quando o ônibus é acelerado, repentinamente para a frente, os passageiros deslocam-se para trás em relação ao ônibus. Fisicamente, como você explica esse fenômeno?

APRESENTAÇÃO EM SALA DE AULA

A apresentação será realizada em 75 (setenta e cinco) minutos e ocorrerá da seguinte forma:

- a. 10 (dez) minutos para a realização do experimento com possíveis repetições;
- b. 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a explicação do fenômeno e registrarem as hipóteses iniciais para as perguntas contidas no Relatório de Verificação Operacional;
- c. 6 (seis) minutos para o coordenador de cada grupo explicar suas hipóteses iniciais;
- d. 20 (vinte) minutos para o grupo explicar o experimento levando em conta os seguintes critérios:
 - i. O fenômeno físico da experimentação;
 - ii. Se houver alguma modelagem matemática deve ser apresentada;
 - iii. Uma aplicação no dia a dia;
 - iv. Por fim, algo relacionado a melhoria na qualidade de vida ou segurança ou sustentabilidade ou diversidade étnica e cultural;
- e. 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a formulação de uma conclusão ou a manutenção da hipótese inicial e registrarem novamente no Relatório de Verificação Operacional;
- f. 6 (seis) minutos para o orientador (professor-pesquisador) realizar o fechamento da apresentação;
- g. 1 (um) minuto final para organização do ambiente escolar.

DICAS IMPORTANTES PARA A EXPERIMENTAÇÃO

1. Ao manusear a massa de modelar, ela tende a grudar em excesso. Para evitar esse problema, é sugerido que você amasse e solte a bolinha várias vezes antes de começar o experimento.
2. Além disso, é importante limpar o carrinho e a bolinha periodicamente, e até mesmo substituir a massa utilizada entre uma execução e outra do experimento.
3. Sinta-se à vontade para adaptar ou inovar ao utilizar os materiais.
4. Caso precise de ajuda ou orientação, não hesite em entrar em contato com o professor.
5. Se algum material não estiver disponível, sinta-se à vontade para entrar em contato com o professor.
6. Modificações realizadas no experimento: substituiu-se as régua por uma pasta e não foi necessário utilizar massa de modelar. Em vez disso, utilizou-se um carrinho que possuía um buraco para acomodar a bolinha.

MATERIAL DIDÁTICO DE APOIO

O Material Didático de Apoio é uma compilação de conteúdos que contém os principais conceitos e formalidades que serão abordados em todos os Módulos Didáticos. O objetivo é garantir que o material seja uma referência inicial para todos os grupos de estudantes, de modo que eles possam se preparar para suas respectivas apresentações em sala de aula.

Para melhor compreender esta atividade experimental, é recomendado que os membros do Grupo A estudem a Seção 1 - Considerações Preliminares (páginas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8), Seção 2 - Equilíbrio de uma Partícula (página 9) e Seção 3 - Conceito de Inércia (páginas 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17) do Material Didático de Apoio.

É altamente recomendado, também, que outros recursos, como livros didáticos, apostilas, sites de educação e vídeos educacionais, sejam consultados para obter informações adicionais sobre os conteúdos trabalhados.

FONTES (adaptado)

MORTIMER, Eduardo et al. *Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: origens: o universo, a terra e a vida*. São Paulo: Scipione, 2020. 276 p. CD-ROM.

SOUZA, Wellinton Angi Valinde; PINHEIRO, Jean Reinildes. Estratégia de ensino phillips 66 no ensino de física no ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 18, n. 1, p. 123-193, 22 abr. 2023. Quadrimestral. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1137/970>. Acesso em: 21 maio 2023.

UNESP. Experimentos de Física para o Ensino Médio e Fundamental com materiais do dia-a-dia. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Câmpus de Bauru, Departamento de Física. [s.d.]. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>. Acesso em: 21 nov. 2023.



Atividade Experimental 3

FORÇA E MOVIMENTO

INVESTIGAÇÃO

No cotidiano, associamos a aplicação de forças às situações em que queremos tirar um corpo do repouso, mas raramente analisamos como a força aplicada modifica o movimento do corpo. Nesta atividade, vamos explorar como as grandezas cinemáticas mudam quando uma força constante é aplicada sobre um objeto.

MATERIAIS

Uma tábua de 20 cm x 10 cm x 2 cm, um pedaço de madeira de 4 cm x 10 cm x 2 cm, quatro rodinhas usadas em porta de MDF ou quatro rodízios fixos (usados em móveis), parafusos e chave correspondente (para fixação das rodinhas), um gancho com rosca para madeira, dois objetos de 1 kg (uma caixa de suco ou leite, 1 kg de feijão, etc.), uma régua de 30 cm, uma mola espiral de plástico de 15 mm (usada em encadernações).

O QUE FAZER

1. Construa um carrinho de madeira fixando as rodas, o pedaço de madeira e o gancho, como mostra a Figura 1.
2. Faça um gancho na espiral para ser encaixado no gancho do carrinho, como mostra a Figura 2.
3. Coloque o carrinho em uma mesa comprida (de no mínimo 2 m) e, sobre ele, coloque os dois objetos de 1 kg. Dê um empurrão no carrinho e observe seu movimento.
4. Prenda a mola espiral no gancho do carrinho. Posicione uma régua de 30 cm ao lado da espiral, como mostra a Figura 2. Anote o comprimento da mola espiral sem esticá-la. Não é necessário usar toda a mola.



Figura 1 - Carrinho construído para conduzir o experimento.



Figura 2 - O carrinho que foi utilizado para conduzir o experimento.

5. Peça a um colega que segure o carrinho enquanto você estica um pouco a mola. Quando o colega soltar o carrinho, você deverá puxá-lo pela espiral mantendo uma deformação maior do que a do item 4, porém constante, isto é, fazendo uma força constante ao longo do movimento, de forma que o carrinho se movimente com velocidade constante. Tente algumas vezes, pois essa não é uma tarefa fácil. Anote a deformação da mola que mantém o movimento uniforme.
6. Repita o procedimento do item 5, mas com força superior à anterior, isto é, deformando mais a mola. O importante é que você observe o que acontece com a velocidade do carrinho à medida que ele é puxado com uma força constante. Anote o valor da deformação da mola espiral.

Atenção



Ferramentas pontiagudas podem ser perigosas se não forem usadas com cuidado. Para evitar ferimentos, é importante manuseá-las com precaução e pedir ajuda ao professor, se necessário.

7. Repita o procedimento do item 6 retirando uma das caixas, isto é, reduzindo para 1 kg a massa colocada sobre o carrinho, mas puxando-o com a mesma força. Observe agora o que acontece com a velocidade do carrinho.

REFLEXÃO

1. Ao dar o empurrão no carrinho no passo 3, ele continuou a se mover com a mesma velocidade? Qual força o fez parar?
2. No passo 5, lembrando da primeira lei de Newton, que forças atuaram no carrinho para mantê-lo em movimento uniforme? Nesse passo, a força com que você puxou o carrinho pela mola espiral foi maior, menor ou igual à força de atrito? Em seu caderno, faça um desenho do carrinho e represente as forças que atuam nele nessa situação.
3. Pelo que você observou no passo 6, o que aconteceu com a velocidade do carrinho quando a força exercida pela mola espiral aumentou? Nesse caso, a resultante das forças sobre o carrinho foi zero? Como você classifica o movimento do carrinho nessa situação?
4. O que você observou sobre a velocidade do carrinho quando ele passou a ter massa menor?

APRESENTAÇÃO EM SALA DE AULA

A apresentação será realizada em 75 (setenta e cinco) minutos e ocorrerá da seguinte forma:

- a. 10 (dez) minutos para a realização do experimento com possíveis repetições;
- b. 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a explicação do fenômeno e registrarem as hipóteses iniciais para as perguntas contidas no Relatório de Verificação Operacional;
- c. 6 (seis) minutos para cada grupo explicar suas hipóteses iniciais;
- d. 20 (vinte) minutos para o grupo explicar o experimento levando em conta os seguintes critérios:
 - i. O fenômeno físico da experimentação;
 - ii. Se houver alguma modelagem matemática deve ser apresentada;
 - iii. Uma aplicação no dia a dia;
 - iv. Por fim, algo relacionado a melhoria na qualidade de vida ou segurança ou sustentabilidade ou diversidade étnica e cultural;
- e. 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a formulação de uma conclusão ou a manutenção da hipótese inicial e registrarem novamente no Relatório de Verificação Operacional;
- f. 6 (seis) minutos para o orientador (professor-pesquisador) realizar o fechamento da apresentação;
- g. 1 (um) minuto final para organização do ambiente escolar.

DICAS IMPORTANTES PARA A EXPERIMENTAÇÃO

1. Sinta-se à vontade para adaptar ou inovar ao utilizar os materiais.
2. Caso precise de ajuda ou orientação, não hesite em entrar em contato com o professor.
3. Se algum material não estiver disponível, sinta-se à vontade para entrar em contato com o professor.

MATERIAL DIDÁTICO DE APOIO

O Material Didático de Apoio é uma compilação de conteúdos que contém os principais conceitos e formalidades que serão abordados em todos os Módulos Didáticos. O objetivo é garantir que o material seja uma referência inicial para todos os grupos de estudantes, de modo que eles possam se preparar para suas respectivas apresentações em sala de aula.

Para melhor compreender esta atividade experimental, é recomendado que os membros do Grupo B estudem a Seção 4 - Princípio Fundamental da Dinâmica (páginas 18, 19, 20, 21 e 22) e Seção 6 - Deformações em Sistemas Elásticos (páginas 29, 30, 31, 32 e 33) do Material Didático de Apoio.

É altamente recomendado, também, que outros recursos, como livros didáticos, apostilas, sites de educação e vídeos educacionais, sejam consultados para obter informações adicionais sobre os conteúdos trabalhados.

FONTE (adaptado)

MORTIMER, Eduardo et al. *Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: origens: o universo, a terra e a vida*. São Paulo: Scipione, 2020. 276 p. CD-ROM.



Atividade Experimental 4

OBJETOS SOB A AÇÃO DE VÁRIAS FORÇAS

INVESTIGAÇÃO

Se um objeto se encontra sob a ação de uma única força, podemos usar a intuição para prever seu comportamento. Mas o que acontece com corpos sob a ação de várias forças? Quando falamos em resultante de forças, estamos considerando a soma das forças que agem sobre determinado objeto. Uma dessas forças é a força peso, que é a força que o planeta Terra exerce sobre os objetos, atraindo-os em direção ao solo. Nesta atividade, vamos investigar o que ocorre quando mais de uma força atua sobre um objeto.

MATERIAIS

Duas balanças portáteis, digitais e com gancho (fornecidas pelo professor), uma caixa de leite ou de suco de 1 litro vazia com tampa rosqueada, dois pedaços de barbante de 20 cm, um esquadro de 45° , um esquadro de 30° . A balança digital com gancho também é chamada de dinamômetro e mede a força gravitacional de um objeto nela suspenso. Ela vem graduada em diversas unidades, mas usaremos o kgf (quilograma-força) ou o gf (grama-força).

O QUE FAZER

1. Encha a caixa com 500 mL de água. Prenda uma das balanças em um pedaço de barbante que será preso na tampa da caixa de suco. Suspenda o conjunto e registre a leitura da balança. Essa leitura será o valor do peso do conjunto caixa e água nela contida.
2. Prenda as duas balanças na tampa da caixa de suco usando os dois barbantes, um de cada lado da tampa, como na Figura 1a. Suspenda o conjunto e anote a leitura de cada balança.
3. Em seguida, usando o esquadro de 45° , incline os barbantes e as balanças em um ângulo de 45° de cada lado, como mostra a Figura 1b. Anote a leitura de cada balança.
4. Usando o esquadro de 30° como referência, incline ainda mais os barbantes e as balanças em um ângulo de 30° de cada lado, como mostra a Figura 1c. Anote a leitura de cada balança.

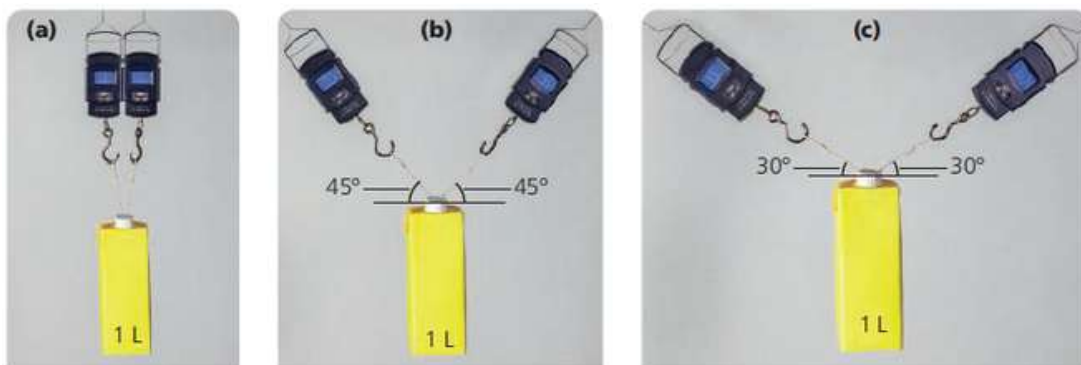


Figura 1 - Arranjos experimentais utilizados no passo 2 (a), passo 3 (b) e passo 4 (c) do estudo em questão.

REFLEXÃO

1. Como se comparam as leituras das balanças nos passos 1 e 2? A soma dos valores de cada balança no passo 2 é igual ao valor do peso do conjunto caixa e água medido no passo 1?
2. Compare o valor da leitura das balanças nos passos 2 e 3. A soma dos valores de cada balança coincide com o valor do peso do conjunto caixa e água? Como você pode explicar essa diferença?

3. No passo 4 os valores medidos pelas balanças aumentaram ou diminuíram em relação ao passo 3?
4. Observando a tendência na variação dos valores das forças medidas pelas balanças, elabore uma explicação para o que foi observado.

APRESENTAÇÃO EM SALA DE AULA

A apresentação será realizada em 75 (setenta e cinco) minutos e ocorrerá da seguinte forma:

- a. 10 (dez) minutos para a realização do experimento com possíveis repetições;
- b. 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a explicação do fenômeno e registrarem as hipóteses iniciais para as perguntas contidas no Relatório de Verificação Operacional;
- c. 6 (seis) minutos para cada grupo explicar suas hipóteses iniciais;
- d. 20 (vinte) minutos para o grupo explicar o experimento levando em conta os seguintes critérios:
 - i. O fenômeno físico da experimentação;
 - ii. Se houver alguma modelagem matemática deve ser apresentada;
 - iii. Uma aplicação no dia a dia;
 - iv. Por fim, algo relacionado a melhoria na qualidade de vida ou segurança ou sustentabilidade ou diversidade étnica e cultural;
- e. 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a formulação de uma conclusão ou a manutenção da hipótese inicial e registrarem novamente no Relatório de Verificação Operacional;
- f. 6 (seis) minutos para o orientador (professor-pesquisador) realizar o fechamento da apresentação;
- g. 1 (um) minuto final para organização do ambiente escolar.

DICAS IMPORTANTES PARA A EXPERIMENTAÇÃO

1. Para uma eficiente utilização das duas balanças portáteis, digitais e com gancho (disponibilizadas pelo professor), é necessário que o grupo de alunos consulte o manual para obter as instruções corretas de uso dos equipamentos.
2. O manual de instruções das balanças eletrônicas portáteis está na mesma caixa dos equipamentos fornecidos pelo professor orientador.
3. Sinta-se à vontade para adaptar ou inovar ao utilizar os materiais.
4. Caso precise de ajuda ou orientação, não hesite em entrar em contato com o professor.
5. Se algum material não estiver disponível, sinta-se à vontade para entrar em contato com o professor.

MATERIAL DIDÁTICO DE APOIO

O Material Didático de Apoio é uma compilação de conteúdos que contém os principais conceitos e formalidades que serão abordados em todos os Módulos Didáticos. O objetivo é garantir que o material seja uma referência inicial para todos os grupos de estudantes, de modo que eles possam se preparar para suas respectivas apresentações em sala de aula.

Para melhor compreender esta atividade experimental, é recomendado que os membros do Grupo C estudem a Seção 1 - Considerações Preliminares (páginas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8), a Seção 4 - Princípio Fundamental da Dinâmica (páginas 18, 19, 20, 21 e 22) e a Seção 5 - Peso de um Corpo (páginas 23, 24, 25, 26, 27 e 28) do Material Didático de Apoio.

É altamente recomendado, também, que outros recursos, como livros didáticos, apostilas, sites de educação e vídeos educacionais, sejam consultados para obter informações adicionais sobre os conteúdos trabalhados.

FONTE (adaptado)

MORTIMER, Eduardo et al. *Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: origens: o universo, a terra e a vida*. São Paulo: Scipione, 2020. 276 p. CD-ROM.



Atividade Experimental 5 AÇÃO E REAÇÃO

INVESTIGAÇÃO

Vimos que a força de atrito é importante para nosso movimento cotidiano. Ao andarmos, por exemplo, aplicamos uma força no solo e o solo aplica uma força de mesmo módulo, mas sentido contrário, em nós. É essa força que nos impulsiona para andarmos. Será que, para toda força exercida, sempre existe uma contrapartida, como nesse exemplo do atrito? Nesta atividade, vamos estudar os pares ação e reação de forças.

Atenção

! Tenha cautela ao manusear objetos pontiagudos e ao usar cola quente.

MATERIAIS

8 tampas de garrafa PET, 2 pedaços de papelão de 12 cm x 6 cm, 4 pedaços de canudinho de refresco de 6,5 cm de comprimento, 4 pedaços de arame de 7,5 cm de comprimento com diâmetro menor que o do canudinho, 2 pedaços de 9 cm de comprimento de tubo de PVC de 20 mm de diâmetro, um pedaço de espiral plástica de 17 cm de comprimento, cola quente ou fita adesiva, balança digital de cozinha.



Figura 1 - Materiais necessários para a atividade.

O QUE FAZER

1. Encaixe cada pedaço de arame em uma tampa de garrafa PET previamente furada pelo professor (Figura 2a).
2. Utilizando a cola quente, ou a fita adesiva, fixe os pedaços de canudinho de refresco a 2 cm das extremidades do papelão (Figura 2b).

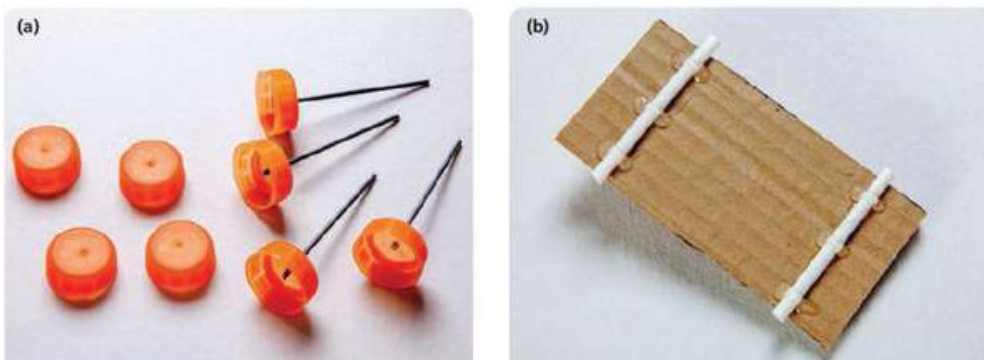


Figura 2 - a) Tampas furadas e encaixadas no arame. b) Canudinhos colados ao papelão.

3. Passe o arame com uma tampa de PET pelo canudinho e encaixe a outra tampa na outra extremidade.
4. Utilizando a cola quente, ou a fita adesiva, feche uma das extremidades do tubo de PVC e fixe-o na parte superior do carrinho. Seu carrinho deve ficar com o aspecto mostrado na Figura 3a
5. O outro carrinho deve ser semelhante a esse, de modo que se possa considerar que tenham a mesma massa. Verifique se os dois deslizam com a mesma facilidade sobre o chão (isso é importante).

6. Passe fita adesiva na boca do tubo de um dos carrinhos para fechá-la e encaixe a espiral no interior do tubo do outro carrinho.
7. Posicione um carrinho bem em frente ao outro, de modo que a espiral fique completamente comprimida (Figura 3b). Faça uma marcação no chão para registrar a posição inicial dos carrinhos.
8. Abandone os dois carrinhos simultaneamente e observe o que acontece. Meça as distâncias percorridas pelos carrinhos e registre-as no caderno. Repita os passos 6 e 7 algumas vezes e faça uma média dos valores das distâncias percorridas pelos dois carrinhos.
9. Usando fita adesiva, prenda alguns objetos a um dos carrinhos, de modo a dobrar sua massa.
10. Repita os passos 6 e 7 para essa nova situação. Faça uma média das distâncias percorridas pelos carrinhos.



Figura 3 - a) Carrinho completamente montado. b) Configuração para análise das forças envolvidas na movimentação do carrinho.

REFLEXÃO

1. Assim que você liberou os carrinhos, no passo 8, eles começaram a se mover. Qual foi o agente responsável por produzir esse movimento?
2. Os carrinhos se movem na mesma direção? Eles se movem no mesmo sentido?
3. A espiral exerce força sobre um único carrinho ou sobre os dois? Que evidência sustenta sua resposta?
4. Ambos os carrinhos são acelerados pela força exercida pela espiral?
5. No passo 8, as distâncias percorridas pelos dois carrinhos são aproximadamente iguais ou são diferentes?
6. A partir da resposta do item 5, o que você pode dizer sobre as forças que atuam sobre os dois carrinhos: são aproximadamente iguais ou são diferentes?
7. Como se comparam as distâncias percorridas pelos dois carrinhos no passo 9, em que um deles tinha massa duas vezes maior que o outro? Como você interpreta esse resultado?

APRESENTAÇÃO EM SALA DE AULA

- A apresentação será realizada em 75 (setenta e cinco) minutos e ocorrerá da seguinte forma:
- a. 10 (dez) minutos para a realização do experimento com possíveis repetições;
 - b. 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a explicação do fenômeno e registrarem as hipóteses iniciais para as perguntas contidas no Relatório de Verificação Operacional;
 - c. 6 (seis) minutos para cada grupo explicar suas hipóteses iniciais;
 - d. 20 (vinte) minutos para o grupo explicar o experimento levando em conta os seguintes critérios:
 - i. O fenômeno físico da experimentação;
 - ii. Se houver alguma modelagem matemática deve ser apresentada;

- iii. Uma aplicação no dia a dia;
- iv. Por fim, algo relacionado a melhoria na qualidade de vida ou segurança ou sustentabilidade ou diversidade étnica e cultural;
- e. 10 (dez) minutos para os demais grupos discutirem a formulação de uma conclusão ou a manutenção da hipótese inicial e registrarem novamente no Relatório de Verificação Operacional;
- f. 6 (seis) minutos para o orientador (professor-pesquisador) realizar o fechamento da apresentação;
- g. 1 (um) minuto final para organização do ambiente escolar.

DICAS IMPORTANTES PARA A EXPERIMENTAÇÃO

1. Sinta-se à vontade para adaptar ou inovar ao utilizar os materiais.
2. Caso precise de ajuda ou orientação, não hesite em entrar em contato com o professor.
3. Se algum material não estiver disponível, sinta-se à vontade para entrar em contato com o professor.

MATERIAL DIDÁTICO DE APOIO

O Material Didático de Apoio é uma compilação de conteúdos que contém os principais conceitos e formalidades que serão abordados em todos os Módulos Didáticos. O objetivo é garantir que o material seja uma referência inicial para todos os grupos de estudantes, de modo que eles possam se preparar para suas respectivas apresentações em sala de aula.

Para melhor compreender esta atividade experimental, é recomendado que os membros do Grupo D estudem a Seção 7 - Princípio da Ação e Reação (páginas 34, 35, 36 e 37) do Material Didático de Apoio.

É altamente recomendado, também, que outros recursos, como livros didáticos, apostilas, sites de educação e vídeos educacionais, sejam consultados para obter informações adicionais sobre os conteúdos trabalhados.

FONTE (adaptado)

MORTIMER, Eduardo et al. *Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: origens: o universo, a terra e a vida*. São Paulo: Scipione, 2020. 276 p. CD-ROM.

APÊNDICE B**Relatórios de Verificação Operacional**

JOSÉ CARLOS DA COSTA



RELATÓRIOS

DE VERIFICAÇÃO
OPERACIONAL

MESTRADO NACIONAL
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

MNPEF

2024



RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO OPERACIONAL

Grupo: (A) (B) (C) (D)

Data: ___/___/___

Coordenador(a): _____

Turma: _____

Relator(a): _____

- Após debater e chegar a um consenso, o grupo deve registrar suas respostas usando caneta esferográfica azul ou preta.

Atividade Experimental 1

ANÁLISE DO MOVIMENTO RETILÍNEO COM UM DISCO DE AR



1 Questão

Utilize suas observações para descrever as semelhanças e as diferenças entre os movimentos desenvolvidos pelo balão nas duas situações.

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

2 Questão

Elabore hipóteses para explicar por que o disco de ar para na situação do passo 2 do procedimento experimental.

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO





3 Questão

Na situação do passo 3, do procedimento experimental, depois que o disco foi empurrado, o que manteve o movimento?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

4 Questão

Considere a situação hipotética de uma superfície lisa, plana e muito comprida, e um balão grande que soltasse ar durante todo o movimento dele nessa superfície. O balão pararia antes de chegar ao fim da superfície?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

"Você é capaz de fazer coisas incríveis."





RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO OPERACIONAL

Grupo: (A) (B) (C) (D)

Data: ___/___/___

Coordenador(a): _____

Turma: _____

Relator(a): _____

- Após debater e chegar a um consenso, o grupo deve registrar suas respostas usando caneta esferográfica azul ou preta.

Atividade Experimental 2

TROMBADA E EXPOSITOR INERCIAL DE NEWTON



1 Questão

No experimento "Trombada", quando o carrinho para diante de um obstáculo, a esfera é "atirada" para a frente, continuando o movimento de antes da colisão. Fisicamente, como você explica o fenômeno observado?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

2 Questão

Para retirar o excesso de água das mãos molhadas, uma pessoa movimenta as mãos de cima para baixo e, em seguida, as faz parar instantaneamente. Por que, ao proceder dessa forma, a água em excesso deixa as mãos da pessoa?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO



3 Questão

No experimento "Expositor Inercial de Newton", quando a pequena placa retangular é puxada rápida e vigorosamente, na direção horizontal, a esfera metálica permanece praticamente em repouso. Fisicamente, como você explica o fenômeno observado?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

4 Questão

Admita um ônibus em repouso em relação ao solo. Quando o ônibus é acelerado, repentinamente para a frente, os passageiros deslocam-se para trás em relação ao ônibus. Fisicamente, como você explica esse fenômeno?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

"Seu esforço vale a pena. Você é uma inspiração."





RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO OPERACIONAL

Grupo: (A) (B) (C) (D)

Data: ___/___/___

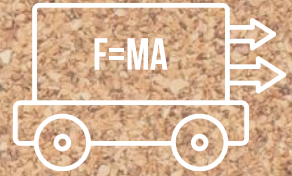
Coordenador(a): _____

Turma: _____

Relator(a): _____

- Após debater e chegar a um consenso, o grupo deve registrar suas respostas usando caneta esferográfica azul ou preta.

Atividade Experimental 3 FORÇA E MOVIMENTO



1 Questão

Ao dar o empurrão no carrinho no passo 3, do procedimento experimental, ele continuou a se mover com a mesma velocidade? Qual força o fez parar?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

2 Questão

No passo 5, lembrando da primeira lei de Newton, que forças atuaram no carrinho para mantê-lo em movimento uniforme? Nesse passo, a força com que o carrinho foi puxado pela mola espiral foi maior, menor ou igual à força de atrito? Ao lado, faça um desenho do carrinho e represente as forças que atuam nele nessa situação.

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO



3 Questão

Pelo que você observou no passo 6, o que aconteceu com a velocidade do carrinho quando a força exercida pela mola espiral aumentou? Nesse caso, a resultante das forças sobre o carrinho foi zero?

Como você classifica o movimento do carrinho nessa situação?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

4 Questão

O que você observou sobre a velocidade do carrinho quando ele passou a ter massa menor?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

"sua dedicação é inspiradora, continue assim!"





RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO OPERACIONAL

Grupo: (A) (B) (C) (D)

Data: ___/___/___

Coordenador(a): _____

Turma: _____

Relator(a): _____

- Após debater e chegar a um consenso, o grupo deve registrar suas respostas usando caneta esferográfica azul ou preta.

Atividade Experimental 4 OBJETOS SOB A AÇÃO DE VÁRIAS FORÇAS



1 Questão

Como se comparam as leituras das balanças nos passos 1 e 2? A soma dos valores de cada balança no passo 2 é igual ao valor do peso do conjunto caixa e água medido no passo 1?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

2 Questão

Compare o valor da leitura das balanças nos passos 2 e 3. A soma dos valores de cada balança coincide com o valor do peso do conjunto caixa e água? Como você pode explicar essa diferença?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO





3 Questão

No passo 4 os valores medidos pelas balanças aumentaram ou diminuíram em relação ao passo 3?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

4 Questão

Observando a tendência na variação dos valores das forças medidas pelas balanças, elabore uma explicação para o que foi observado.

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

"Eu acredito em você."





RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO OPERACIONAL

Grupo: (A) (B) (C) (D)

Data: ___/___/___

Coordenador(a): _____

Turma: _____

Relator(a): _____

- Após debater e chegar a um consenso, o grupo deve registrar suas respostas usando caneta esferográfica azul ou preta.

Atividade Experimental 5 AÇÃO E REAÇÃO



1 Questão

Assim que os carrinhos foram liberados, no passo 8, eles começaram a se mover. Qual foi o agente responsável por produzir esse movimento?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

2 Questão

Os carrinhos se movem na mesma direção? Eles se movem no mesmo sentido?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO



3 Questão

A espiral exerce força sobre um único carrinho ou sobre os dois? Que evidência sustenta sua resposta?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

4 Questão

Ambos os carrinhos são acelerados pela força exercida pela espiral?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

5 Questão

No passo 8, as distâncias percorridas pelos dois carrinhos são aproximadamente iguais ou são diferentes?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO



6 Questão

A partir da resposta da Questão 5 (anterior), o que você pode dizer sobre as forças que atuam sobre os dois carrinhos: são aproximadamente iguais ou são diferentes?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

7 Questão

Como se comparam as distâncias percorridas pelos dois carrinhos no passo 9, em que um deles tinha massa duas vezes maior que o outro? Como você interpreta esse resultado?

Hipótese INICIAL

CONCLUSÃO

“Lembre-se sempre de que você é especial e único.”

APÊNDICE C

Avaliação de Conhecimentos Prévios (Pré-teste)

**Avaliação de Conhecimentos Prévios**

Professor: José Carlos da Costa

Disciplina: Física

Curso: _____

Aluno: _____

Matrícula: _____ Turma: _____

Nota

Data: ___/___/___

Prezado(a) Aluno(a),

Nesta aula, estamos iniciando o estudo de um novo conteúdo na disciplina de Física - As Leis de Newton. Como parte do processo de aprendizagem, você receberá esta Avaliação de Conhecimentos Prévios composta por 10 questões. O objetivo é avaliar o seu conhecimento prévio sobre o assunto e ajudar o professor a identificar em quais áreas concentrar os esforços para aprimorar o processo de ensino.

Durante a avaliação não é permitido usar celulares, consultar livros, notas ou colegas próximos. Após responder as questões, preencha o gabarito abaixo, marcando completamente a região de cada alternativa com caneta esferográfica azul ou preta. Você tem até 30 minutos para finalizar a avaliação e devolvê-la ao professor. Vá em frente e bons estudos!

Marque o gabarito preenchendo completamente a região de cada alternativa.



	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin: 5px 0;"> a b c d e </div> <div style="margin-bottom: 5px;">Q.1: ○○○○○○</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Q.2: ○○○○○○</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Q.3: ○○○○○○</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Q.4: ○○○○○○</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Q.5: ○○○○○○</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Q.6: ○○○○○○</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Q.7: ○○○○○○</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Q.8: ○○○○○○</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Q.9: ○○○○○○</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Q.10: ○○○○○○</div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> a b c d e </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> </div>
--	---

Prova: 1326865.0

Q.1 (1.00) - De acordo com a Primeira Lei de Newton, um objeto em repouso permanecerá em repouso e um objeto em movimento continuará em movimento uniforme em linha reta, a menos que uma força resultante atue sobre ele. Isso significa que:

a) () A velocidade é constante quando não há forças agindo sobre o objeto.

b) () A velocidade é diretamente proporcional à aceleração.

c) () A velocidade é inversamente proporcional à aceleração.

d) () A aceleração é constante quando não há forças agindo sobre o objeto.

e) () A força resultante é sempre menor do que a força aplicada sobre o objeto.

Verifique as respostas em: www.gradepen.com/?ansid=1326865.0

Q.2 (1.00) - (FÍS) A imagem mostra um garoto sobre um skate em movimento com velocidade constante que, em seguida, choca-se com um obstáculo e cai.



A queda do garoto justifica-se devido à(ao):

- a) princípio da inércia.
- b) ação de uma força externa.
- c) princípio da ação e reação.
- d) força de atrito exercida pelo obstáculo.

Q.3 (1.00) - (FÍS) De acordo com a segunda lei de Newton, como a aceleração de um objeto está relacionada à força resultante e à massa do objeto?

- a) A aceleração é inversamente proporcional à força resultante e diretamente proporcional à massa.
- b) A aceleração é diretamente proporcional à força resultante e inversamente proporcional à massa.
- c) A aceleração é diretamente proporcional à força resultante e à massa.
- d) A aceleração é inversamente proporcional à força resultante e à massa.

Q.4 (1.00) - A segunda lei de Newton afirma que o módulo da aceleração adquirida por um corpo é proporcional à intensidade da força resultante sobre ele e inversamente proporcional à sua massa. Assim, observando a figura abaixo e admitindo que a superfície seja horizontal, a aceleração da caixa retangular, sabendo que sua massa é de 2,5 kg e as forças F_1 e F_2 são horizontais e opostas, em m/s^2 , é igual a



- a) 110
- b) 50
- c) 17,6
- d) 8,0

Q.5 (1.00) - A figura ilustra uma cena em que operário e patrão “brigam” pela mesma corda, cada um puxando para o seu lado.



Suponha a seguinte sequência de situações.

Situação 1

- Tanto o operário quanto o patrão aplicam a mesma intensidade de força na corda e ambos não se deslocam de suas posições iniciais. Como resultado, a soma das forças aplicadas pelo operário e pelo patrão sobre a corda vale zero.

Situação 2

- Um segundo operário aproxima-se do primeiro e o auxilia a puxar a corda. Ele aplica a mesma intensidade de força, na mesma direção e sentido que seu amigo conseguindo enfim, puxar a corda para o lado do operário.

É válido afirmar que na situação 2, a intensidade da força aplicada na corda pelo patrão

- a) diminuiu, já que o operário recebeu ajuda.
- b) tornou-se o triplo da intensidade de força dos operários.
- c) permaneceu a mesma, tanto na situação 1 quanto na situação 2.
- d) aumentou no instante em que os dois operários puxaram a corda.

Q.6 (1.00) - Marque a alternativa correta a respeito da Terceira lei de Newton.

- a) A força normal é a reação da força peso.

- b) () Ação e reação são pares de forças com sentidos iguais e direções opostas.
- c) () A força de ação é sempre maior que a reação.
- d) () Toda ação corresponde a uma reação de mesma intensidade e sentido.
- e) () Toda ação corresponde a uma reação de mesma intensidade, mas sentido oposto.

Q.7 (1.00) - (FÍS) Qual dos seguintes exemplos ilustra a terceira lei de Newton?

- a) () Uma bola rolando.
- b) () Um objeto sendo acelerado por uma força resultante.
- c) () Um corpo em movimento retilíneo uniforme.
- d) () Um foguete decolando rumo ao espaço.

Q.8 (1.00) - O peso de um corpo depende basicamente da sua massa e da aceleração da gravidade em um local. A tirinha a seguir mostra que o Garfield está tentando utilizar seus conhecimentos de Física para enganar o seu amigo.



De acordo com os princípios da Mecânica, se Garfield for para esse planeta:

- a) () ficará mais magro, pois a massa depende da aceleração da gravidade.
- b) () ficará com um peso maior.
- c) () não ficará mais magro, pois sua massa não varia de um local para outro.
- d) () ficará com o mesmo peso.
- e) () não sofrerá nenhuma alteração no seu peso e na sua massa.

Q.9 (1.00) - Considere as seguintes afirmações sobre as Leis de Newton para o movimento dos corpos: I. Um corpo permanece em movimento

retilíneo com velocidade constante se a resultante de todas as forças que atuam sobre esse corpo for nula.

II. A intensidade da resultante de todas as forças que atuam sobre um corpo é igual ao produto da massa desse corpo pela aceleração que ele adquire.

III. Sempre que um corpo A aplica uma força em um corpo B, esse corpo B aplica no corpo A uma força de mesma intensidade, mesma direção e mesmo sentido que a força aplicada por A.

Está correto o que se afirma em

- a) () I, apenas.
- b) () I e II, apenas.
- c) () II, apenas.
- d) () II e III, apenas.
- e) () I, II e III.

Q.10 (1.00) - Associe a Coluna 1 com a Coluna 2.

Coluna 1 – Afirmação

I- Quando um garoto joga um carrinho, para que ele se desloque pelo chão, faz com que este adquira uma aceleração.

II- Uma pessoa tropeça e cai batendo no chão. A pessoa se machuca porque o chão bate na pessoa.

III- Um garoto está andando com um skate, quando o skate bate numa pedra parando. O garoto é, então, lançado para frente.

Coluna 2 – Lei Física

- () 3ª Lei de Newton (Princípio da Ação e Reação).
- () 1ª Lei de Newton (Princípio da Inércia).
- () 2ª Lei de Newton (Princípio da Dinâmica).

A ordem correta das respostas da Coluna II, de cima para baixo, é:

- a) () 1, 2 e 3.
- b) () 3, 2 e 1.
- c) () 1, 3 e 2.
- d) () 2, 3 e 1.

APÊNDICE D

Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (Pós-teste)



Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (ACA)

Professor: José Carlos da Costa

Disciplina: Física

Curso: _____

Aluno: _____

Matrícula: _____ Turma: _____

Nota

Data: ___/___/___

Caro(a) estudante,

Neste momento, estamos concluindo o estudo das Leis de Newton. Como parte do seu processo de aprendizado, você terá acesso a esta Avaliação de Conhecimentos Adquiridos (ACA), a qual consiste em 10 questões. O intuito é avaliar o conhecimento que você adquiriu ao longo do processo de ensino.

Durante a avaliação, é importante não utilizar celulares, consultar livros, notas ou colegas próximos. Após responder às questões, preencha o gabarito fornecido, marcando completamente a região de cada alternativa com caneta esferográfica azul ou preta. Você terá até 1 hora e 30 minutos para concluir a avaliação e entregá-la ao professor. Aproveite e bons estudos!

Marque o gabarito preenchendo completamente a região de cada alternativa.



	■		■
	a	b	c d e
Q.1:	○	○	○
Q.2:	○	○	○
Q.3:	○	○	○
Q.4:	○	○	○
Q.5:	○	○	○
Q.6:	○	○	○
Q.7:	○	○	○
Q.8:	○	○	○
Q.9:	○	○	○
Q.10:	○	○	○
	a	b	c d e
	■		■

Prova: 1351656.0

Q.1 (1.00) - Se você empurrar um objeto sobre um plano horizontal tão polido que não ofereça nenhuma oposição ao movimento, você faz com que ele se movimente com uma certa velocidade. O que acontece com o objeto caso em determinado momento você deixe de aplicar a força que o empurra?

a) () Ele para imediatamente.

b) () Diminui a sua velocidade até parar.

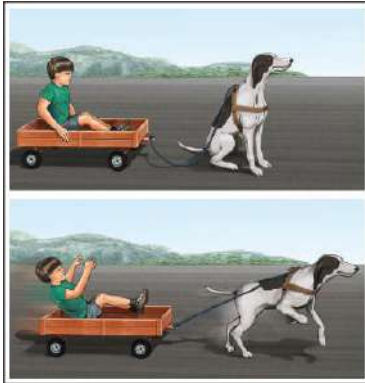
c) () Continua se movimentando, mantendo constante a sua velocidade.

d) () Para após uma repentina diminuição de sua velocidade.

e) () Continua se movimentando, variando constantemente a sua velocidade.

Q.2 (1.00) - Um garoto aguarda o início de um

passeio de carrinho com seu cão, mas acaba se desequilibrando quando o cachorro, repentinamente, entra em movimento. Veja:



Com base na primeira lei de Newton (princípio da inércia), julgue as afirmações a seguir em VERDADEIRAS ou FALSAS:

I. É correto afirmar que, quando o cão entra em movimento, realiza uma força que é responsável por “empurrar” o garoto, que acaba sendo atirado para trás por inércia.

II. É correto afirmar que, quando o cão entra em movimento, o menino, em repouso em relação ao solo, tende por inércia a permanecer em repouso. Note que em relação ao carrinho o menino é atirado para trás.

III. É correto afirmar que, de acordo com a Lei da Inércia, todo corpo permanece em estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar de estado pela ação de forças nele aplicadas.

É **CERTO** dizer que apenas:

- a) I e III são verdadeiras.
- b) II é verdadeira.
- c) II e III são verdadeiras.
- d) I e II são verdadeiras.
- e) III é verdadeira.

Q.3 (1.00) - Existem bolas de boliche de diversas massas. Suponha que você jogue, com forças iguais, três bolas, uma de cada vez. A primeira tem $m_1 = m$, a segunda $m_2 = m/2$ e a terceira $m_3 = 2m$. Suas respectivas acelerações são:

- a) $a_1, a_2 = 2a_1, a_3 = a_1/2$

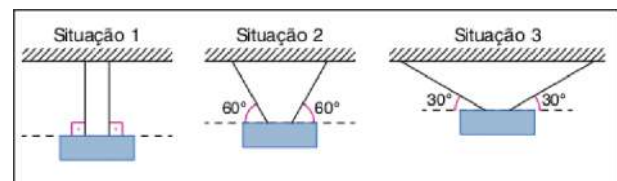
- b) $a_1, a_2 = a_1/2, a_3 = a_1/2$
- c) $a_1 = a_2 = a_3$
- d) $a_1, a_2 = a_1/3, a_3 = 2a_1/3$
- e) $a_1, a_2 = 3a_1, a_3 = 3a_1/3$

Q.4 (1.00) - Duas pessoas empurram no mesmo sentido um carro atolado. Uma delas aplica uma força de 200 N de intensidade, enquanto a outra aplica uma força de 160 N. O atrito com a lama resiste, no sentido oposto, com uma intensidade de 180 N. Elas conseguem tirar o carro do atoleiro e acelerá-lo a $0,2 \text{ m/s}^2$. Qual é a massa do carro?



- a) 700 kg
- b) 900 kg
- c) 1.800 kg
- d) 2.000 kg
- e) 2.700 kg

Q.5 (1.00) - Três corpos iguais, de 0,5 kg cada, são suspensos por fios amarrados a barras fixas, como representado nas ilustrações seguintes:



Em relação a essas ilustrações, considere as afirmações:

I. O módulo da força de tração em cada fio na situação 3 é igual à metade do módulo da força de tração em cada fio na situação 2.

II. O módulo da força de tração em cada fio na situação 3 é igual ao valor do peso do corpo.

III. O módulo da força de tração em cada fio na situação 1 é igual ao triplo do valor da tração em cada fio na situação 2.

Dessas afirmações, está correto apenas o que se lê em:

- a) () I e II
- b) () II e III
- c) () I e III
- d) () II
- e) () III

Q.6 (1.00) - CENA CHOCANTE! As deformações visíveis tanto no rosto do jogador como na bola deixam evidente que, durante o breve intervalo de tempo em que ocorre o contato, as duas partes – rosto e bola – ficam sob a ação de forças. Veja:



Com relação a situação mostrada acima, julgue as proposições a seguir em VERDADEIRAS ou FALSAS:

PROPOSIÇÃO I - É correto afirmar que nesta imagem, literalmente chocante, as forças trocadas entre o rosto do jogador e a bola são do tipo ação e reação, pois atuam em corpos diferentes;

PROPOSIÇÃO II - É correto afirmar que a Terceira Lei de Newton, ou lei da ação e reação, evidencia um aspecto importante da atuação das forças sobre os objetos: as forças sempre aparecem aos pares. Uma força é sempre a ação de um objeto sobre outro. Mas ao receber a ação de uma força, um objeto reage sobre aquele que lhe aplicou a força;

PROPOSIÇÃO III - É correto afirmar que, de acordo com a Terceira Lei de Newton, duas forças que formam um par de ação e reação apresentam mesma intensidade, mesma direção, sentidos opostos e anulam-se uma à outra;

Podemos afirmar que:

- a) () I, II e III estão corretas.
- b) () I, II e III estão erradas.
- c) () Apenas I está correta.
- d) () Apenas II está correta.
- e) () Apenas I e II estão corretas.

Q.7 (1.00) - Durante uma faxina a mãe pediu que o filho a ajudasse, deslocando um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho disse ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel, pois a Terceira Lei de Newton define que se puxar o móvel, o móvel puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento. Que argumento a mãe utilizará para apontar o erro de interpretação do garoto?

- a) () A força de ação é aquela exercida pelo garoto.
- b) () A força resultante sobre o móvel é sempre nula.
- c) () As forças que o chão exerce sobre o garoto se anulam.
- d) () A força de ação é um pouco maior que a força de reação.
- e) () O par de forças de ação e reação não atua em um mesmo corpo.

Q.8 (1.00) - Ao soltar um martelo e uma pena na Lua em 1973, o astronauta David Scott confirmou que ambos atingiram juntos a superfície. O cientista italiano Galileu Galilei (1564-1642), um dos maiores pensadores de todos os tempos, previu que, se minimizarmos a resistência do ar, os corpos chegariam juntos à superfície.

OLIVEIRA, A. A influência do olhar. Disponível em: <<https://cienciahoje.org.br/coluna/ainfluencia-do-olhar/>>. Acesso em: 9 abr. 2021. (adaptado).

Na demonstração, o astronauta deixou cair em um mesmo instante e de uma mesma altura um martelo de 1,32 kg e uma pena de 30 g. Durante a queda no vácuo, esses objetos apresentam:

- a) () inércias iguais.

- b) () forças de ação e reação iguais.
- c) () impulsos iguais.
- d) () acelerações iguais.
- e) () pesos iguais.

Q.9 (1.00) - Considere as frases:

1. Numa luta de boxe, a luva atinge o rosto do oponente e seu rosto provoca dores na mão de quem aplicou o soco.

2. Certa lei física justifica o uso do cinto de segurança nos veículos.

3. Há uma proporcionalidade entre a força e a aceleração atuantes num corpo.

Pode-se associá-las com as leis de Newton:

A. Primeira lei de Newton ou Princípio da Inércia.

B. Segunda lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica.

C. Terceira lei de Newton ou Princípio da ação e reação.

A combinação correta é:

- a) () A-1; B-2; C-3
- b) () A-2; B-1; C-3
- c) () A-3; B-2; C-1
- d) () A-1; B-3; C-2
- e) () A-2; B-3; C-1

Q.10 (1.00) - A respeito das leis de Newton, são feitas três afirmativas:

I. A força resultante necessária para acelerar, uniformemente, um corpo de massa 4,0 kg, de 10 m/s para 20 m/s, em uma trajetória retilínea, em 5,0 s, tem módulo igual a 8,0 N.

II. Quando uma pessoa empurra uma mesa e esta não se move, podemos concluir que a força de ação é anulada pela força de reação.

III. Durante uma viagem espacial, podem-se desligar os foguetes da nave que ela continua a se mover. Esse fato pode ser explicado pela Primeira Lei de Newton.

Assinale:

- a) () Se todas as afirmativas estiverem corretas.
- b) () Se todas as afirmativas estiverem incorretas.
- c) () Se apenas as afirmativas I e II estiverem corretas.
- d) () Se apenas as afirmativas I e III estiverem corretas.
- e) () Se apenas as afirmativas II e III estiverem corretas.

APÊNDICE E

Avaliação da Estratégia de Ensino Phillips 66 e Autoavaliação Acadêmica do Aluno



AVALIAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE ENSINO PHILLIPS 66 E AUTOAVALIAÇÃO ACADÊMICA DO ALUNO

Prezado(a) estudante,

O estudo das Leis de Newton foi concluído utilizando a Estratégia de Ensino Phillips 66. Sua avaliação é fundamental para analisar a eficiência dessa abordagem de ensino em Física e seu impacto em seu desenvolvimento acadêmico individual.

Por favor, compartilhe suas opiniões, críticas e sugestões por meio deste questionário, visando aprimorar as práticas educacionais. Sua participação é essencial para aperfeiçoar o processo de ensino e atender às suas necessidades acadêmicas.

Desde já, agradeço a sua contribuição. Juntos, podemos aprimorar a experiência educacional. Obrigado!

AVALIAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE ENSINO PHILLIPS 66

A Estratégia de Ensino Phillips 66 envolveu a formação de grupos. Em cada aula, esses grupos apresentaram e discutiram um determinado tema e depois registraram suas conclusões. Antes de iniciar a discussão, cada grupo designou um coordenador e um relator.

Questão 1
A Estratégia de Ensino Phillips 66 utilizada nas aulas difere da estratégia adotada pelo professor em aulas anteriores de Física? Explique sua resposta com um comentário.

Questão 2
Qual é a sua opinião em relação à estratégia de ensino Phillips 66 utilizada nas aulas? Explique sua resposta com um comentário. Você tem total liberdade para colocar sua visão, suas críticas e sugestões.

Questão 3
Você se beneficiou da abordagem educativa do método Phillips 66 para compreender o conteúdo das leis de Newton durante as aulas?


- Sempre
- Frequentemente
- Às vezes
- Nunca

PESQUISADOR

José Carlos da Costa

 (82) 99995-1243


 jose.costa@fis.ufal.br

 Campus A. C. Simões
Av. Lourival de Melo Mota
Alagoas, Brasil

ORIENTADOR

Dr. Pedro Valentim dos santos


 pedro@fis.ufal.br

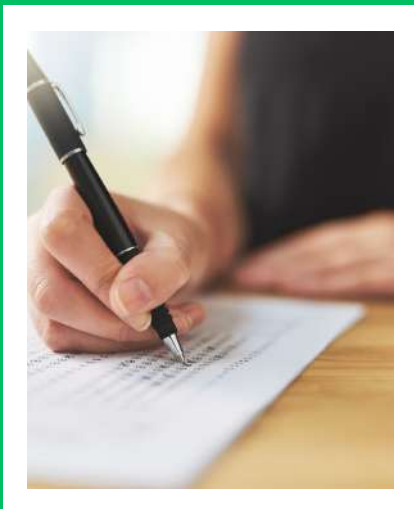
 Campus A. C. Simões
Av. Lourival de Melo Mota
Alagoas (AL), Brasil

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA | MNPEF

Universidade Federal de Alagoas (UFAL) | Polo 36

 if.ufal.br/pt-br/pos-graduacao/

 Campus A. C. Simões
Av. Lourival de Melo Mota
Alagoas, Brasil




PESQUISADOR

José Carlos da Costa

 (82) 99995-1243


 jose.costa@fis.ufal.br

 Campus A. C. Simões
Av. Lourival de Melo Mota
Alagoas, Brasil

ORIENTADOR

Dr. Pedro Valentim dos santos


 pedro@fis.ufal.br

 Campus A. C. Simões
Av. Lourival de Melo Mota
Alagoas (AL), Brasil

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA | MNPEF

Universidade Federal de Alagoas
(UFAL) | Polo 36

 if.ufal.br/pt-br/pos-graduacao/

 Campus A. C. Simões
Av. Lourival de Melo Mota
Alagoas, Brasil

○ **Questão 4**
Você poderia fornecer um ou mais pontos positivos sobre a estratégia de ensino Phillips 66 utilizada durante as aulas? Explique sua resposta com um comentário. Fique à vontade para compartilhar sua opinião, críticas e sugestões.

○ **Questão 5**
Você poderia mencionar um ou mais aspectos negativos da estratégia de ensino Phillips 66 utilizada em sala de aula? Explique sua resposta com um comentário. Fique à vontade para compartilhar sua opinião, críticas e sugestões.

○ **Questão 6**
O "*Material Didático de Apoio*" referente às leis de Newton apresentou uma qualidade satisfatória?

- Sim
- Parcialmente
- Não

○ **Questão 7**
O "*Guia Prático para Realização de Experimentos*" referente às leis de Newton, apresentava uma qualidade satisfatória?

- Sim
- Parcialmente
- Não

○ **Questão 8**
Os "*Relatórios de Verificação Operacional*" preenchidos durante as aulas, conforme exemplificado na foto abaixo, apresentaram uma qualidade satisfatória?

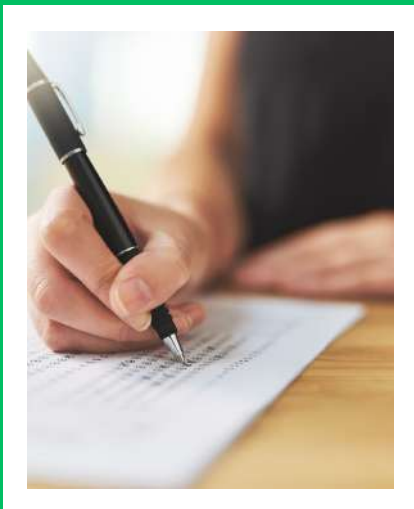
- Sim
- Parcialmente
- Não

○ **Questão 9**
Utilize os critérios de autoavaliação a seguir para expressar o seu grau de confiança no conteúdo recentemente estudado sobre as leis de Newton, utilizando a estratégia de ensino Phillips 66.

- Compreendo plenamente o conteúdo e sou capaz de repassá-lo a um colega de turma.
- Aprendi bem o conteúdo e me lembrarei dele no futuro.
- Sinto que estou evoluindo e entendendo melhor, mas às vezes preciso de ajuda.
- Tenho dificuldades com todo o conteúdo ou parte dele.

AUTOAVALIAÇÃO ACADÊMICA DO ALUNO

Nesta seção, é necessário responder às perguntas com base no seu comportamento e progresso acadêmico individual durante as aulas sobre as leis de Newton, utilizando a metodologia Phillips 66.




PESQUISADOR

José Carlos da Costa

 (82) 99995-1243


 jose.costa@fis.ufal.br

 Campus A. C. Simões
Av. Lourival de Melo Mota
Alagoas, Brasil

ORIENTADOR

Dr. Pedro Valentim dos santos


 pedro@fis.ufal.br

 Campus A. C. Simões
Av. Lourival de Melo Mota
Alagoas (AL), Brasil

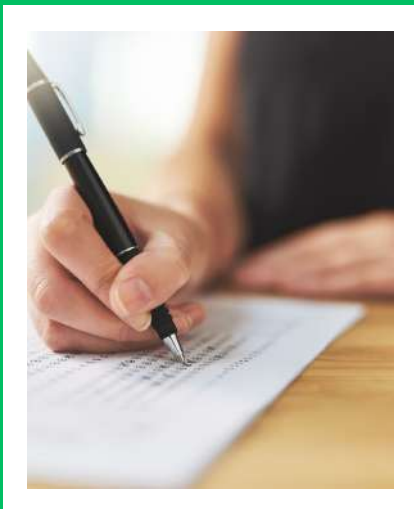
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA | MNPEF

Universidade Federal de Alagoas
(UFAL) | Polo 36

 if.ufal.br/pt-br/pos-graduacao/

 Campus A. C. Simões
Av. Lourival de Melo Mota
Alagoas, Brasil

- **Questão 10**
Durante a utilização da metodologia Phillips 66 você prestou bastante atenção às discussões em sala de aula?
- Sempre
 - Frequentemente
 - Às vezes
 - Nunca
- **Questão 11**
Durante a utilização da metodologia Phillips 66 em sala de aula, você fez e respondeu perguntas sobre os conteúdos abordados?
- Sempre
 - Frequentemente
 - Às vezes
 - Nunca
- **Questão 12**
Durante a utilização da metodologia Phillips 66 em sala de aula, você colaborou positivamente nos trabalhos da turma e do grupo?
- Sempre
 - Frequentemente
 - Às vezes
 - Nunca
- **Questão 13**
Durante a utilização da metodologia Phillips 66 em sala de aula, você tentou corrigir seus erros?
- Sempre
 - Frequentemente
 - Às vezes
 - Nunca
- **Questão 14**
Durante a utilização da metodologia Phillips 66 em sala de aula, você se relacionou bem com seus colegas?
- Sempre
 - Frequentemente
 - Às vezes
 - Nunca
- **Questão 15**
Durante a utilização da metodologia Phillips 66 em sala de aula, você respeitou compromissos assumidos e cumpriu prazos?
- Sempre
 - Frequentemente
 - Às vezes
 - Nunca
- **Questão 16**
Durante a utilização da metodologia Phillips 66 em sala de aula, você tomou a iniciativa de apresentar novas ideias e/ou propostas para as discussões dos temas abordados?
- Sempre
 - Frequentemente
 - Às vezes
 - Nunca




PESQUISADOR

José Carlos da Costa

 (82) 99995-1243


 jose.costa@fis.ufal.br

 Campus A. C. Simões
Av. Lourival de Melo Mota
Alagoas, Brasil

ORIENTADOR

Dr. Pedro Valentim dos santos


 pedro@fis.ufal.br

 Campus A. C. Simões
Av. Lourival de Melo Mota
Alagoas (AL), Brasil

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA | MNPEF

Universidade Federal de Alagoas
(UFAL) | Polo 36

 if.ufal.br/pt-br/pos-graduacao/

 Campus A. C. Simões
Av. Lourival de Melo Mota
Alagoas, Brasil

- **Questão 17**
Durante a aplicação da metodologia Phillips 66 na sala de aula, você esteve aberto a críticas sobre suas atitudes e/ou interações com os colegas?
- Sempre
 - Frequentemente
 - Às vezes
 - Nunca
- **Questão 18**
Durante a aplicação da metodologia Phillips 66 na sala de aula, você foi perseverante (não desistiu perante as dificuldades)?
- Sempre
 - Frequentemente
 - Às vezes
 - Nunca
- **Questão 19**
Ao usar a metodologia Phillips 66 nas aulas de Física, você adquiriu novos conhecimentos?
- Sempre
 - Frequentemente
 - Às vezes
 - Nunca
- **Questão 20**
Após o término das aulas utilizando a metodologia Phillips 66, você foi capaz de utilizar os conhecimentos adquiridos nas questões da prova?
- Sempre
 - Frequentemente
 - Às vezes
 - Nunca

APÊNDICE F**Formulário de Composição dos Grupos**

FORMULÁRIO DE COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS

Docente: José Carlos da Costa


Disciplina: Física

Data: __/__/2024


Turma: _____

Curso: _____


GRUPO A

Nº	Nome	Contato 
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		


GRUPO B

Nº	Nome	Contato 
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

GRUPO C

Nº	Nome	Contato 
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

GRUPO D

Nº	Nome	Contato 
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		