

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CAMPUS NATAL – CENTRAL / DIRETORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 10

PRODUTO EDUCACIONAL

A INFLUÊNCIA DA RESISTÊNCIA DO AR EM OBJETOS EM
MOVIMENTO VERTICAL DESCENDENTE: UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA COM ABORDAGEM PRÁTICA PARA ALUNOS DO ENSINO
MÉDIO

Yuri Gonçalves Rodrigues
Samuel Rodrigues Gomes Júnior
Rafaela M. de Souza

Natal/RN
2025

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: A INFLUÊNCIA DA RESISTÊNCIA DO AR EM OBJETOS EM MOVIMENTO VERTICAL DESCENDENTE: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM PRÁTICA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 10 – IFRN Natal-RN, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Maria Aldinaide, professora aposentada, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo apoio incondicional, mesmo quando eu próprio duvidava da minha capacidade. Seu incentivo, suas palavras de força, sua experiência na docência e, principalmente, sua presença constante foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Ao meu irmão Igo Eudes, que sempre representou para mim um exemplo de força e determinação. Seu apoio familiar foi um pilar ao longo dessa jornada, lembrando-me de onde vim e me ajudando a seguir em frente, mesmo quando os desafios pareciam intransponíveis. Saber que sempre posso contar com você me dá confiança para seguir adiante.

À minha companheira Maria Clara, cuja presença foi essencial nos momentos mais difíceis desta caminhada. Seu carinho, paciência e compreensão foram fundamentais para que eu encontrasse forças mesmo nas situações mais desafiadoras. Sua companhia trouxe equilíbrio e motivação, tornando essa trajetória menos árdua e muito mais significativa.

Ao meu falecido pai José Eudes, que me ensinou o valor da paciência e da dedicação. Seus ensinamentos sempre ecoaram em minha trajetória, lembrando-me de que grandes conquistas exigem tempo, esforço e perseverança. Mesmo ausente fisicamente, sua influência esteve presente em cada desafio superado e em cada nova lição aprendida.

Ao meu orientador e professor de mestrado Prof. Dr. Samuel R. Gomes Jr, minha profunda gratidão pelos bons caminhos que me indicou ao longo deste percurso. Suas orientações, paciência e dedicação foram fundamentais para que eu pudesse amadurecer academicamente e concluir este trabalho. Seu compromisso com o ensino e a pesquisa foi uma inspiração constante e, sem suas direções, essa jornada teria sido ainda mais difícil.

Agradeço também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001, já que esse presente trabalho foi realizado com o apoio deles.

Sumário

1. Apresentação	5
2. Produto educacional - Tubo de vento	8
2.1 Materiais e ferramentas.	8
2.2 Tabela de descrições de materiais e ferramentas.	9
2.3 Fotos dos materiais e ferramentas.	10
2.4 Manual de construção: construindo o tubo de vento.	16
2.5 Preparação e pesagem das bolinhas de desodorante Roll on.	26
3. Produto educacional – Sequência didática	30
4. Riscos e benefícios	52
5. Considerações finais	54
6. Referências bibliográficas	55
Apêndice A - Questionário I (QI).....	56
Apêndice B - Questionário II (QII)	58
Apêndice C - Exercício 1 (E1)	60
Apêndice D - Exercício 2 (E2)	61
Apêndice E - Exercício 3 (E3).....	62
Apêndice F - Exercício 4 (E4).....	63
Apêndice G - Exercício 5 (E5)	64
Apêndice H - Passo a passo - manual da ferramenta computacional e gráficos	65
Apêndice I - Questionário Avaliativo (QA)	68
Apêndice J - Gabaritos	70

1. Apresentação

Este produto educacional, que é intitulado *"A Influência da Resistência do Ar em Objetos em Movimento Vertical Descendente: Uma Sequência Didática com Abordagem Prática para Alunos do Ensino Médio"*, dá ênfase ao fenômeno da resistência do ar de maneira mais profunda utilizando um recurso didático previamente construído pelo discente para ser aplicado a alunos do Ensino Médio, visto que, esse tema é pouco abordado em aulas. Sendo um dos requisitos para a conclusão do Mestrado do Ensino de Física do MNPEF.

De fato, a Física é uma ciência que nos permite compreender os fenômenos que ocorrem ao nosso redor e se a gente conseguir buscar estratégias pedagógicas mais simples, contornando as dificuldades existentes devido a complexidade do assunto, conseguiremos atrair mais os nossos alunos e prepará-los para um melhor futuro acadêmico e profissional.

Alinhado com esse motivo, esse trabalho tem como objetivo de fornecer uma sequência didática com um aparato experimental que auxilie o professor na aula de Física, tendo como assunto “objetos em queda com a resistência do ar” de forma prática e que, de alguma forma, atraia a atenção do aluno, já que fazê-lo compreender conceitos físicos é um dos objetivos e desafios do professor.

Então, partindo desse objetivo, ao ensinar Física, trataremos especificamente sobre a resistência do ar e os efeitos que essa resistência causa em objetos que caem sob a gravidade (movimento descendente) utilizando uma estratégia pedagógica afim de estimular o aprendizado significativo, fazendo o aluno pensar e compreender tal fenômeno que nos rodeia e atinge qualquer objeto que se mova envolvido pelo no ar e, para auxiliar essa empreitada, foi criado um aparato experimental onde os alunos podem observar, interagir, coletar dados, calcular e tirar conclusões sobre os resultados e gráficos obtidos.

Além disso, a abordagem prática deste produto educacional está alinhada às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza a necessidade de desenvolver habilidades investigativas e fomentar o protagonismo estudantil no processo de aprendizagem, estabelecendo relações entre conceitos teóricos e situações práticas do cotidiano.

Assim, ao integrar experimentos práticos, esta sequência didática oferece ao profissional da educação uma ferramenta auxiliar para aplicar em alunos. Com isso, torna-se uma ótima oportunidade de explorar a resistência do ar de forma mais contextualizada e interativa, buscando não apenas ampliar a compreensão dos conceitos físicos, mas também promover uma postura crítica e investigativa frente aos fenômenos naturais contribuindo para a formação de estudantes de forma eficiente.

Entretanto, unir a contextualização com a parte prática durante as aulas de Física é um desafio para quem ensina. Alguns dos conceitos teóricos sobre o ensino de Ciência da Natureza não conseguem ser reproduzidos com materiais simples e de fácil acesso e por isso, demanda um trabalho mais capcioso para ser montado e aplicado em sala de aula.

Por isso, promover a interação social e prática durante o aprendizado de ciência é fundamental na qualidade de Ensino. Colocar o aluno em um meio de interação em atividades comuns diárias e mostrar que as leis da Física estão expostas no cotidiano facilitará a absorção de conceitos físicos.

De certo, os materiais didáticos com livros e apostilhas, que são distribuídos e comercializados à alunos matriculados no Ensino Médio no Brasil, geralmente tratam desse assunto de maneira relativamente rasa e geral. Acreditamos que o motivo disto é a grande quantidade de variáveis que podem existir em situações que expõem objetos que caem e se movem sobre a influência de uma fluido, variáveis das quais incluem a forma do objeto e as características de densidade do fluxo que interferem diretamente na passagem desse objeto por esse fluxo.

Outro fator que é percebido e tem grande significância na ausência de conteúdos mais aprofundados sobre a passagem desses objetos em um fluxo, é a relativa complexidade de elevados níveis de cálculos matemático necessários que, geralmente, não estão na grade curricular do Ensino Médio. Operações como Derivadas e Integrais são necessárias devido as variáveis que estão envolvidas nesse fenômeno. Esses métodos matemáticos são abordados em alguns cursos de nível superior e por esse motivo não é de comum acesso a aluno do Ensino Médio.

“O processo de formação de um conceito científico é longo, complexo e nunca alcançado por meio de uma aprendizagem receptiva e memorística, mas sim por um meio de uma “atividade” produtiva, mediada e social do aluno. A

atividade humana caracteriza-se por modificar, transformar o objeto (a natureza, o pensamento, etc.), portanto cai além de uma passiva adaptação ao meio. É a atividade o motor principal do desenvolvimento humano.”

Assim, podemos compreender que usar estratégias práticas para auxiliar no processo de Ensino-aprendizagem é altamente pertinente e encontra-se em teóricas pedagógicas que defende o papel ativo do aluno. A aprendizagem de conceitos científicos exige mais do que a memorização, requer uma participação ativa do estudante promovendo uma interação social e a interação com o objeto de estudo. É importante desatacar que essa estratégia vai de encontro com o pensamento de Vygotsky que reforça deixando claro da importância dessa interação social e prática no processo de desenvolvimento cognitivo.

Então, essa abordagem que promove habilidades como a colaboração, a comunicação e o pensamento crítico têm a função de fazer os alunos começarem a estabelecer conexões entre conceitos teóricos e fenômenos observáveis. Ao integrar mediação social, ferramentas culturais e experiências práticas, a aula se torna um ambiente de aprendizagem dinâmico e inclusivo, atendendo às necessidades dos alunos e preparando-os para compreender fenômenos físicos em situações do cotidiano e no futuro acadêmico.

2. Produto educacional - Tubo de vento

O uso de materiais didático em sala de aula pelo professor para os alunos não é apenas uma opção metodológica, mas é um recurso de alta necessidade que intensifica o processo de ensino e aprendizagem. Se tratando do Nível médio, não que seja exclusivo nesse nível, esse tipo de recurso didático assume um papel fundamental e essencial ao mediar o acesso ao conhecimento, tornando-o mais atrativo, dinâmico, eficiente, facilitador e significativo.

A partir disto, os materiais didáticos que são utilizados pelo professor em aula, atuam como vetor do processo de aprendizagem que traduzem conceitos que podem ser complexos em experiências concretas e visuais, já que entendemos que os estudantes que estão nessa fase educacional enfrentam vários desafios que partem da própria absorção do conteúdo ensinado, exames para acessar o nível superior e até ao mercado de trabalho como cursos.

Por isto, nesse capítulo encontraremos um produto educacional que pode ser muito útil para o professor que a lê, a fim de ter mais um instrumento em forma de estratégia de didática para utilizar com os seus alunos tendo como objetivo a facilitação e a mediação de conteúdos da Física.

2.1 Materiais e ferramentas.

Segue abaixo uma tabela que indicam os materiais e as ferramentas utilizadas para a construção do Tubo de vento. Essa lista pode sofrer variações conforme a necessidade de quem a monta.

Tabela 1 – Lista de matéria e quantidades

Quantidade	Materiais
01	secador de cabelo.
03	folhas para visor de projetor.
06	bolinhas de desodorante Roll on.
01	caixa organizadora.
01	adaptador para prender firmemente o secador no fundo da caixa organizadora.

02	parafusos com porcas para prender o adaptador no secador e no fundo da caixa.
01	Interruptor.
01	Dimmer.
01	Anemômetro.
01	Balança de precisão.

Fonte: Elaborada pelos autores.

2.2 Tabela de descrições de materiais e ferramentas.

Segue as descrições e ficha técnica dos materiais utilizados para fazer/montar o Tubo de vento. É possível utilizar materiais que são seguem exatamente esses dados citados na tabela abaixo, sendo de inteira responsabilidade do montador/instalador as variações escolhidas para as adaptações.

Tabela 2 – Descrição dos materiais necessários

Material	Descrição/sugestão
Secador de cabelo	Tensão 110V ou 220V. Potência entre 1000W e 2000W. Frequência 50/60Hz.
Folhas para visor de projetor	Folha Acetato / PET Cristal Transparente. Dimensões: 46cm comprimento x 32cm largura x 0,2mm espessura.
Bolinhas de desodorante Roll on	Plástico não maciça, contidas em desodorante Roll on de qualquer fabricante. Diâmetro 3,0cm.
Caixa organizadora com tampa de fixação	Plástico e opaca. Dimensões: 55,0cm largura x 45,0cm comprimento x 35,0cm altura e com tampa fixadora.
Adaptador metálico em “L”	Ferro galvanizado, 3,0cm base x 1,5cm altura. Contém um furo em cada extremidade para fixação de parafuso e porca.
Parafuso, porcas e arruelas	Parafuso, porcas e arruelas que se enrosque e passem pelos furos 1/4 x 5/8, (Variável de acordo com a necessidade de adaptação).
Interruptor	Botão chave redondo, liga desliga, tipo gangorra, 2 pinos 15mm. Capacidade: 3,0 A e 220V.

Dimmer	Controle giratório com click on/off. Capacidade: 3,0 A e 220V. Dimensões 12,0cm altura x 7,0cm largura x 5,0 profundidades.
--------	---

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 3 – Ferramentas, descrição e sugestão

Ferramentas	Descrição/sugestão
Anemômetro	Display digital, Dimensões: 12,0cm altura x 5,3 cm largura x 4,3cm profundidade. Bateria recarregável.
Balança de precisão	Eletrônica com painel digital. Sensibilidade 1,0g em diante, bateria com carregador 110v/220v. Função tara.
Fita métrica	Fita métrica de costura, pontas metálicas. Capacidade de medida: 100,0cm.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Ferramentas auxiliares: Tesoura, estilete, caneta esferográfica, lápis, martelo, cola de cano, seringa 10mg e fita adesiva.

2.3 Fotos dos materiais e ferramentas.

Segue abaixo as fotos dos materiais e ferramentas utilizadas na construção do Tubo de vento. Todas as fotos e imagens expostas aqui foram feitas com autoria própria em laboratório. Nelas, é possível ter a compreensão visual das características físicas que facilitará na aquisição dos referidos materiais.

Figura 1 - Caixa organizadora (55cm x 45cm x 35cm)



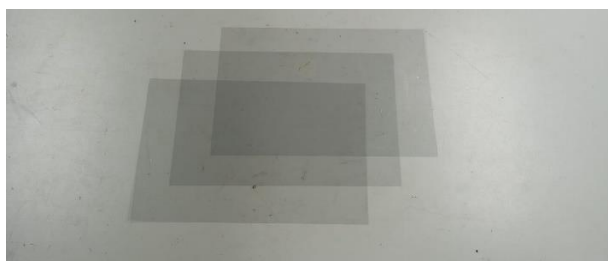
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 2 - Secador de cabelo



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 3 - 3 (três) folhas de visor de projetor



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 4 - Balança de precisão



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 5 - Bolinha de desodorante Roll on



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 6 -Anemômetro



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 7 - Tubo de cola de cano



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 8 -Seringa 10mg



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 9 - Estilete



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 10 - Caneta para quadro branco, caneta esferográfica, lápis e borracha.



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 11 - Fita métrica 100 cm



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 12 - Tesouso



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 13 - Dimmer



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 14 - Fita adesiva



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 15 - Martelo



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 16 - Interruptor duas seções, Botão liga/desliga, chave redonda e tipo gangorra



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 17 - Adaptador metálico em formato de “L” metálico.



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 18 - Parafuso, porca e arruela, 1/4 x 5/8



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

2.4 Manual de construção: construindo o tubo de vento.

É indicado que a construção do tubo de vento não seja feita em aula com a presença de alunos. A concentração necessária para a construção será drasticamente reduzida devido as dificuldades do domínio de aula. Entretanto, para a preparação e medições dos pesos das bolinhas, sugerimos que seja feita em aula e na presença de alunos, tendo em vista que, esse momento, seja uma das ferramentas de aprendizagem utilizadas pelo professor: a observação e o colhimento e dados.

Abaixo uma tabela discriminatória dos passos necessários para a construção o tubo de vento.

Tabela 4 – Discriminação dos passos para a construção do tubo de vento

Passo	Descriminação
Passo 1	Instalando do secador na caixa organizadora.
Passo 2	Fazendo o circuito elétrico (Interruptor Diga/desliga + Dimmer + Secador de cabelo.
Passo 3	Fazendo aberturas para passagem de ar na caixa organizadora.
Passo 4	Fazendo abertura na tampa da caixa para encaixar o secador.
Passo 5	Montando o tubo de plástico de visor.
Passo 6	Unindo o tudo de folha de visor com o secador.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Passo 1 – Instalando do secador na caixa organizadora.

- Coloque o secador de modo que aponte a saída de ar para cima em um ângulo de noventa graus com o fundo da caixa, dentro e no centro da caixa e organizadora;

- Nesse caso, o adaptador foi preso no fundo da caixa e em uma alça no topo do secador existente nesse modelo. É possível que outros modelos de secador não tenham essa alça e seja preciso achar outra solução para prender firmemente o secador.

Figura 18 - secador preso no fundo da caixa organizadora utilizando o adaptador em formado de “L”, parafuso e porca



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

- Use o adaptador em “L” para fazer esse procedimento. Esse adaptador pode ser substituído por outro tipo, dependendo da necessidade e ao critério do montador de acordo com o modelo e marca do secador.

- Utilize as ferramentas régua e nível para se certificar do ângulo de 90 graus da saída de ar com o fundo da caixa.

Figura 19 - Visualização do adaptador em “L” prendendo o secador no fundo da caixa organizadora utilizando parafuso, porca e arruela



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

- Parafuso, porcas e arruelas sempre ajudam nessa etapa, mas podem ser substituídos por abraçadeiras de plástico ou outra adaptação de acordo com a necessidade e as variações existentes de fabricantes e modelos de secadores.

Figura 20 - Visualização da parte de fora da caixa organizadora com parafuso que prende o adaptador



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

- É aceitável que a saída do tudo de ar do secador passe da altura da tampa devido as limitações de dimensão da caixa.

Figura 21 - Visualização da ponta da saída de ar do secador passando do limite da tampa da caixa



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Passo 2 – Prendendo e fazendo o circuito elétrico do botão liga/desliga e Dimmer ao secador na caixa organizadora.

- Recomenda-se o auxílio de um profissional em eletrotécnica para fazer a instalação do Dimmer e o botão Liga/desliga.

- Não será necessário usar as chaves que aumentam a temperatura fornecidos pelo secador de cabelo, visto que, as variações de temperaturas não modificaram o fenômeno significativamente, por isso, é permitido desabilitar a função térmica, caso deseje.

- Faça duas aberturas em uma das laterais caixa usando o estilete a fim de fixar o botão liga/desliga e o Dimmer dispostos da maneira mais acessível ao usuário e prenda-os com parafusos na carcaça da caixa.

- Corte o fio do secador em um tamanho que alcance os furos que foram feitos para o Dimmer e o botão liga/desliga.

- Use o ferro de solda para fazer as conexões dos fios e os terminais do Dimmer e do botão liga/desliga.

- Faça uma ligação em série, de modo que, o botão liga/desliga tenha a capacidade de liberar e cortar o fluxo de corrente que chegará ao Dimmer, que por sua vez, ao secador. O objetivo principal do Botão é dar passagem e interromper toda energia elétrica ao circuito elétrico.

Figura 22 - Arranjo técnico dentro da caixa organizadora ligando o Botão liga/desliga, Dimmer e secador



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 23 - Botão liga/desliga (acima) e Dimmer (abaixo) na lateral direita da caixa organizadora, bem fixados e dispostos de maneira acessível.



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

- O objetivo do Dimmer é dar ao usuário a capacidade de mudar a velocidade do fluxo de ar do secador girando o botão, variando a quantidade de corrente elétrica que chega ao secador. A seguir, uma tabela sobre a variação da corrente e variação da velocidade do ar do secador em função do giro do botão do Dimmer.

Tabela 5 – Orientação de giro do Dimmer e intensidade do fluxo de ar

Sentido de giro	Corrente elétrica	Fluxo da velocidade do ar na saída do secador
Horário	aumento	aumento
Anti-horário	diminuição	diminuição

Fonte: Elaborada pelos autores.

Passo 3 – Fazendo aberturas na caixa para a entrada de ar.

- Para que o tubo de vento funcione corretamente é preciso fazer aberturas para a passagem de ar, de fora (ambiente) para dentro (caixa), na caixa organizadora. Pois, o secador de cabelo, em pleno funcionamento, suga o ar do ambiente devido ao giro de uma turbina impulsionada por um motor elétrico e expelle pelo tudo de ar contido em sua extremidade. Esse procedimento de abertura de furos é extremamente fundamental. Caso contrário o ar será bloqueado e o fluxo será parcialmente ou totalmente interrompido.

- O objetivo aqui é pensar na melhor estratégia para a entrada de ar de fora da caixa para dentro da caixa, sendo sugada pelo secador.

- Os furos/abertura para a passagem de ar podem ser realizados a critério de estética contanto que sejam suficientes para tal função, que é a facilitação da passagem de ar.

Sugestão 1 – 30 pequenos furos.

- Faça, aproximadamente 30 (trinta) furos igualmente distribuídos com diâmetros de 0,5 centímetro (cm) na parte de baixo da caixa organizadora com um objeto pontiagudo.

- Para isso, use um objeto pontiagudo: faca com ponta, uma furadeira com broca fina ou a ponta quente de um ferro de solda são sugestões.

Sugestão 2 – Única abertura.

- Faça uma única abertura de 5,0 cm² em qualquer parte da estrutura da caixa. A dica é fazer a abertura em um lugar discreto: o fundo da caixa é uma boa opção se o peso da caixa não obstruir a passagem de ar, caso contrário a lateral é a alternativa.

Passo 4 – Fazendo a abertura na tampa da caixa

- Faça uma abertura circular na tampa da caixa organizadora a fim de encaixar o tubo da saída do secador.

- A medida dessa abertura tem que ser discretamente maior do que o tubo de saída de ar do secador para que o encaixe fique bem justo ao tubo.

Figura 24 - tampa da caixa organizadora com uma abertura com um diâmetro ligeiramente maior do que o tubo do secador de cabelo



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

- Essa abertura pode variar dependendo da marca e modelo do aparelho.
- O objetivo é encaixar, de maneira justa, o tubo do secador na tampa da caixa.

Figura 25 - Visão superior da tampa da caixa organizadora com o tubo do secador passada pela abertura feita na tampa

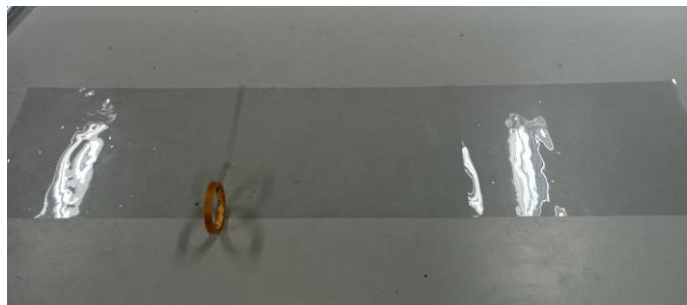


Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Passo 5 - Montando o tubo de plástico com as folhas de visor.

- Enfileire 3,0 (três) folhas de visor em uma mesa plana e nivelada.
- Certifique que estão perfeitamente alinhadas e juntas.
- Passe uma fita adesiva com o objetivo de uni-las.

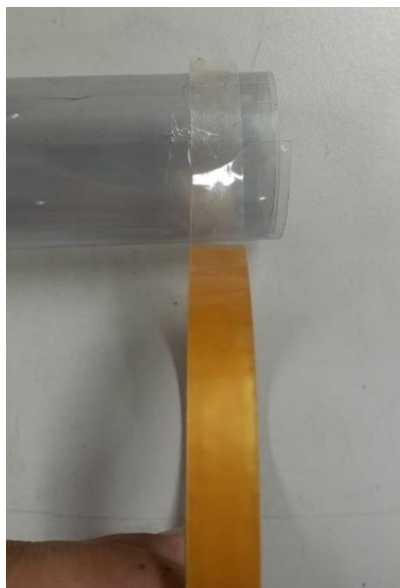
Figura 26 - Fita adesiva prendendo as folhas de visor umas às outras



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

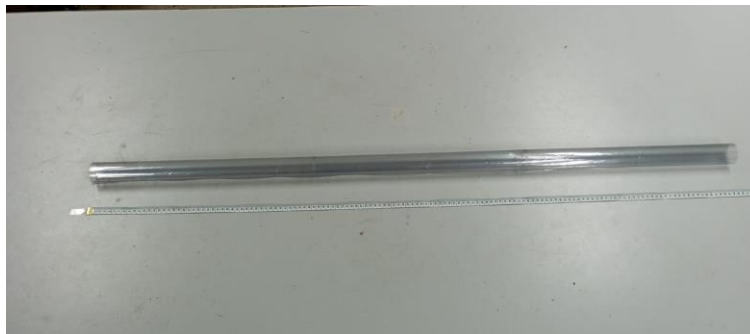
- Enrole as folhas fazendo um grande tubo uniforme.
- A espessura desse tubo de folha de visor deve ser levemente maior do que espessura do tubo de ar do secador a fim de encaixá-los sem folgas.
- Use a fita adesiva para prender o tubo nessa forma. Colocar fitas nas extremidades e durante o curso do tubo vai deixá-lo mais firme.

Figura 27 - Fita adesiva prendendo uma das extremidades do tubo



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 28 - Tubo feito com folha de visor sendo medido por uma fita métrica



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Passo 6 – União do tudo de folha de visor ao tubo do secador.

- Encaixe o tubo de folha para visor, de fora para dentro, na abertura da tampa da caixa organizadora.

Figura 29 - Tubo de visor encaixado de fora para dentro na tampa da caixa organizadora



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

- Encaixe a boca do tubo de folha para visor na ponta do tubo do secador.

Figura 30 - Tubo de folha de visor transfixando a tampa e encaixado no tubo do secador



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 31 - Tubo de visor perfeitamente encaixado entre a tampa da caixa e o tubo do secador



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

- O furo da caixa pressionará o tubo de folha no tubo do secador deixando o sistema firme. Se necessário use fitas para isso.
- O tubo de vento está montado e pronto para ser usado.

Figura 32 - tubo de vento montado e pronto para uso em cima de uma mesa de laboratório



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

2.5 Preparação e pesagem das bolinhas de desodorante Roll on.

A preparação e pesagem das bolinhas foram separadas do processo de construção do tubo de vento.

Ao dividir, entendemos que facilitamos o entendimento da aplicabilidade do produto, onde a primeira parte está relacionada com o uso de materiais e manuseio de ferramentas e a outra parte com as medições necessárias para a utilização do Tubo de vento em aula.

Para essa etapa, serão utilizadas as bolinhas de desodorante Roll on, balança, seringa, água, cola de cano e caneta.

A seguir uma tabela discriminatória dos passos necessários para a pesagem das bolinhas de Roll on.

Tabela 6 – Discriminação dos passos para a pesagem das bolinhas de Roll on

Passo	Descriminação
Passo 1	Fazendo os furos e marcando as bolinhas de Roll on.
Passo 2	Pesando a bolinha 1.
Passo 3	Enchendo, pesando, registrando a massa das bolinhas 2, 3, 4, 5, e 6
Passo 4	Vedando os furos.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Passo 1 – Fazendo furos na bolinha desodorante Roll on e marcando com seus respectivos números (1, 2, 3, 4, 5 e 6).

- Escolha uma das bolinhas e separe ela das outras. Colheremos os dados dessa bolina sem inserir água dela. Essa será a bolinha 1.

-Use um lápis ou uma caneta para marcar na própria bolinha ao valor correspondente a cada uma delas.

- Cuidadosamente, faça um furo em cada uma das outras bolinha (2, 3, 4, 5 e 6) utilizando um martelo e um prego fino. Prego esse deve ter uma espessura com um valor ligeiramente maior do que a agulha da seringa utilizada. É importante destacar que o furo servirá apenas para passagem da agulha no momento da inserção de água nas bolinhas e que logo após serão vedadas com uma gota de cola de cano.

Passo 2 – Pesando a bolinha 1.

- Pese a bolinha 1 utilizando a balança de precisão. Lembre-se que essa bolinha não será furada pois não será inserido água nela.

-Para essa bolinha 1, a massa registrada na balança foi de 3,8g (figura 33). É aceitável que bolinhas de outro fabricante e modelos registrem valores diferentes.

Figura 33 - Balança registrando a massa da bolinha apenas com ar dentro (3,8g)



Fonte: Elaborada pelos autores.

Passo 3 - Enchendo, pesando, vedando e registrando a massa das bolinhas 2, 3, 4, 5, e 6.

- Insira água nas bolinhas utilizando uma seringa até que ela atinja as massas de acordo com as necessidades de acordo com a tabela 6.

- Adicione aos poucos a água dentro das bolinhas e controle o registro na balança. É possível retirar a água de dentro da bolinha utilizando a mesma seringa caso passa da marca desejada.

-Veja a tabela abaixo:

Tabela 6 – Valores das massas das bolinhas de Roll on na unidade grama

Bolinha	Bolinha 1 (apenas com ar)	Bolinha 2	Bolinha 3	Bolinha 4	Bolinha 5	Bolinha 6 (máxima capacidade de água)
Massa(g)	3,8g	5,0g	10,0g	15,0g	20,0	22,5g

Fonte: Elaborada pelos autores.

- Anote a massa registrada utilizando uma caneta nas respectivas bolinhas para não confundir os valores.

Figura 34 - Balança registrando a massa da bolinha dois após atingir a marca de 5,0g



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

- Após a pesagem de cada bolinha faça o processo de vedação para evitar vazamentos.

- A vedação é um procedimento de extrema importância para que a água não escape da bolinha durante o uso no tubo de vento e entre água no secador, evitando assim danos por curto-circuito.

Passo 4 - Vedando os furos

-Vede os furos feitos nas bolinhas utilizando uma gota de cola de cano. Espere alguns minutos para a secagem completa.

Figura 35 - 06 (seis) bolinhas de desodorante Roll on devidamente pesadas em suas marcas partindo da bolinha 01 (um) esquerda vazia até a bolinha 06 (seis) direita na capacidade máxima de água.



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

3. Produto educacional – Sequência didática

A sequência didática (SD) proporciona uma progressão lógica e organizada dos conceitos abordados pelo professor, ajudando os alunos a construir um entendimento completo dos fenômenos relacionados ao movimento de objetos em diferentes condições.

A seguir, veremos um SD voltada para um professor que tenha a intensão de ensinar Física com o assunto “resistência do ar”. Nela consta todas as aulas, objetivos e todo os detalhes necessários para tal aula.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - AULAS.

Tabela 7 – Discriminação das características necessárias para a sequência didática

Objetivos	Desenvolver uma atividade prática para auxiliar professor de Física e ensinar sobre o assunto resistência ar.
Local de aplicação	Sala de aula e sala de computação.
Público-alvo	Alunos da primeira série do Ensino Médio.
Teoria de aprendizagem	Teoria Sociocultural de Vygotsky.
Estrutura didática	Oito encontros de cinquenta minutos cada.
Conteúdo	Mecânica; Leis de Newton; Movimento de queda de objetos sob a influência do ar; Resistência do ar e coeficiente de arrasto.
Recursos didáticos	Quadro branco, caneta e apagador, papel, lápis e borracha. Máquina de tubo de projeção de ar previamente construído. Bolinhas de desodorante. Balança de precisão. Anemômetro. Computadores.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Aula 1: Introdução à força de atrito do ar e Questionário I.

Abaixo veremos um cronograma (tabela 8) onde explicita as partes com conteúdos e duração dos quais a aula 1 foi organizada.

Tabela 8 – Duração e descrição das partes da aula 1

Aula	Parte	Descrição	Duração (minutos)
Aula 1	Parte 1	Introdução: Explicação do tema, objetivo e cronograma das aulas.	10 minutos
	Parte 2	Inclusão do aluno ao assunto: Breve introdução e explanação da importância do estudo da resistência do ar.	10 minutos
	Parte 3	Questionário I (apêndice A): Aplicação e recolhimento.	30 minutos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Objetivos geral

- Entender importância do estudo da resistência do ar em objetos em um fluido.
- Responder Questionário I (apêndice A).

Objetivo específico

- Explicar o processo das oito aulas e importância desse método.
- Dizer qual é o objetivo dessa sequência didática para o desenvolvimento do aprendizado.
- Mostrar a importância do estudo desse tema, relacionando com o cotidiano do aluno.

- Aplicar e arquivar o questionário I.

Recursos necessários

- Lápis e borracha.
- Questionário I. (Apêndice A)

Duração

- 50 minutos.

Estrutura da aula 1: A aula 1 será dividida em 3 partes

Parte 1 – Introdução: explicação do tema, conteúdo e cronograma (10 minutos)

- Iniciar a aula informando aos alunos o tema que será abordado: resistência do ar em objetos que em queda.
- Explicar como será o processo, informando a quantidade de aulas, materiais e recursos utilizados.
- Explicar que no decorrer dessas aulas será aplicado 2 (dois) questionário e 4 (quatro) exercícios e um Questionário Avaliativo da SD.
- Informar que o Questionário I e o Questionário II são idênticos. O Questionário I será aplicado no início da aula 1 e o Questionário II será aplicado na última aula (aula 8) e, em seguida o Questionário Avaliativo para encerrar a SD.
- Avisar que esses questionários devem ser devolvidos ao final de cada aplicação para análise comparativa de evolução de conhecimento do aluno sobre o assunto abordado.
- Falar que os exercícios 1, 2, 3 e 4 serão aplicados respectivamente nas aulas 2, 3, 4 e 5. Esses exercícios não serão devolvidos para o professor e será dada as respostas e os comentários serão feitos ao final de cada aplicação.

Parte 2: Inclusão do aluno ao assunto: importância do estudo e exemplos de convivência do aluno. (10 minutos)

- Falar brevemente da importância desse estudo e como a resistência do ar está envolvida em várias situações do cotidiano.
- Pedir para os alunos citarem situações do dia, esporte, trabalho, transporte ou quaisquer outras situações em que a resistência do ar que eles acham relevante.

- Fazer as correções com as considerações corretas.
- Avisar sobre o Questionário I que será aplicado a seguir e que as respostas dos alunos e o gabarito não será divulgado.

Parte 3 – Questionário I (apêndice A): organização, distribuição, aplicação e recolhimento. (30 minutos)

- Organizar os alunos em suas carteiras e em suas respectivas fileiras.
- Avisar que deixem apenas lápis/caneta e borracha em suas mesas.
- Informar o tempo disponível para a conclusão do questionário (30 min).
- Distribuir o questionário aos alunos, informe que as respostas dos questionários são individuais e que não é permitido consulta de cadernos, livros ou recursos digitais.
- Recolha os questionários ao final do tempo.

Aula 2: Primeira lei de Newton: Inércia.

Abaixo veremos um cronograma, ver tabela 9, onde explicita as partes com conteúdos e duração dos quais a aula 2 foi organizada.

Tabela 9 – Duração e descrição das partes da aula 2

Aula	Parte	conteúdo	Duração (minutos)
Aula 2	Parte 1	Introdução: citação de nomes importantes para o desenvolvimento do estudo.	5 minutos
	Parte 2	Explicação e discursão da primeira lei de Newton e demonstração do	30 minutos

		vídeo do youtube.com sobre inércia na prática.	
	Parte 3	Exercício 1 (apêndice C): Distribuição, aplicação e correção do exercício 1.	15 minutos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Objetivos gerais

- Aprender as principais partes de história da evolução do estudo dos movimentos.
- Entender o conceito da primeira lei de Newton: Inércia.
- Assistir um vídeo exemplificando a primeira lei de Newton.

Objetivos específicos

- Mostrar a importância do estudo da história dos movimentos dos corpos.
- Explicar a primeira lei de Newton, exemplificar e relacionar com situações do dia a dia dos alunos.
- Assistir um vídeo sugerido no link a seguir sobre a primeira lei de Newton.
<https://www.youtube.com/watch?v=l-cBz5-0LMo>.
- Aplicar Exercício 1 (Apêndice C).

Recursos necessários

- Lápis e borracha.
- Quadro branco.
- Exercício 1. (Apêndice C).
- Computador com projetor e caixa de som.

Duração:

- 50 minutos.

Estrutura da aula 2: A aula 2 (dois) será dividida em 3 partes.

Parte 1 – Introdução: Citação de nomes importantes no desenvolvimento do estudo. (10 minutos)

- Começar falando de quem foi Isac Newton e a importância que os estudos dele trouxe na concepção de conhecimentos de movimentos dos corpos.

Parte 2 – Explicação e discursão da primeira lei de Newton: Inércia. (25 min).

- Explicar a primeira lei de Newton (Inércia) e quais são as condições para que um corpo esteja inserido nessa lei e cite exemplos do cotidiano.
- Mostrar o vídeo sugerido para reforçar a explicação da inércia tornando a aula mais interativa. <https://www.youtube.com/watch?v=l-cBz5-0LMo>.
- Promover um debate entre os alunos, pedindo exemplos de corpos que estão e não estão em inércia, se necessário, reforce-os com mais situações.
- Fazer as correções necessárias e comentários.

Parte 3 – Exercício 1 (Apêndice C): Distribuição, aplicação e correção do exercício 1 (15 minutos).

- Distribua o exercício 1, informe que o tempo limite será de 10 minutos para responderem, sem consulta de materiais e individual.
- Informar que o Exercício 1 não será recolhido pelo professor. Ficará de posse do aluno para estudos posteriores.
- Avisar que, após o fim do tempo determinado, será dada as respostas.
- Dê as respostas com comentários em 5 minutos. Se necessário, utilize o quadro.

Aula 3: Terceira lei de Newton: Ação e reação.

Abaixo veremos um cronograma, ver tabela 9, onde explicita as partes com conteúdos e duração dos quais a aula 3 foi organizada.

Tabela 9 – Duração e descrição das partes da aula 3

Aula	Parte	conteúdo	Duração (minutos)
------	-------	----------	----------------------

Aula 3	Parte 1	Introdução: citação de nomes importantes para o desenvolvimento do estudo.	5 minutos
	Parte 2	Explicação e discursão da terceira lei de Newton: Ação e reação.	30 minutos
	Parte 3	Exercício 2 (Apêndice D): Distribuição, aplicação e correção do exercício 1.	15 minutos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Objetivos gerais

- Aprender parte de história da evolução do estudo dos movimentos.
- Entender o conceito da terceira lei de Newton: Ação e reação.
- Compreender o conceito de força resultante.
- Aprender sobre vetores.

Objetivos específicos

- Mostrar a importância do estudo da história dos movimentos dos corpos.
- Explicar a terceira lei de Newton, exemplificar e relacionar com situações do dia a dia dos alunos.
- Ensinar conceitos básicos sobre vetores: nomenclatura, caracterização e a interação entre eles.
- Mostrar o conceito de “tipos de natureza de força”: contato e campo.
- Entender, diferenciar e caracterizar intensidade, direção e sentido.

- Aplicar Exercício 2 (apêndice D).

Recursos necessários

- Lápis e borracha.
- Quadro branco.
- Exercício 1. (apêndice D)

Duração:

- 50 minutos.

Estrutura da aula 3: A aula 3 será dividida em 3 partes.

Parte 1 – Introdução: Citação de nomes importantes no desenvolvimento do estudo. (5 minutos)

- Informar que na SD será explicado a terceira lei de Newton antes da segunda lei de Newton. O objetivo é separar a parte teórica histórica dos cálculos.
- Citar nomes de outros grandes estudiosos que fizeram parte da evolução dos estudos de objetos em queda, como Galileu Galilei.

Parte 2 – Explicação e discursão da primeira e terceira lei de Newton (30 min).

- Explicar a terceira lei de Newton (Ação e reação) e quais são as condições para que um corpo esteja inserido nessa lei e cite exemplos do cotidiano.
- Diferenciar a natureza de força: contato e campo citando exemplos como puxar uma corda (contato) e um ímã puxando um clip (campo).
- Dar ênfase ao fato de que para que os corpos estejam na terceira lei de Newton tem que ter mesma intensidade, mesma direção, sentidos opostos, que sejam aplicados em corpos diferentes e que tenham a mesma natureza de força: contato ou campo.
- Promover um debate entre os alunos, pedindo exemplos de corpos que estão e não estão incluídos na terceira lei de Newton.
- Explicar o conceito força resultante e que essa expressão surge do resultado da interação entre forças.
- Ensinar a terceira lei de Newton exemplificando e interagindo com situações do cotidiano da vida do aluno.
- Fazer as correções necessárias e comentários.

Parte 3 – Exercício 2 (apêndice D): Distribuição, aplicação e correção do exercício 1 (15 minutos).

- Distribua o exercício 1, informe que o tempo limite será de 10 minutos para responderem, sem consulta de materiais e individual.
- Informar que o Exercício 1 não será recolhido pelo professor. Ficará de posse do aluno para estudos posteriores.
- Avisar que, após o fim do tempo determinado, será dada as respostas.

Dê as respostas com comentários em 5 minutos. Se necessário, utilize o quadro.

Aula 4: Segunda lei de Newton: (Princípio fundamental da dinâmica $F=ma$).

Abaixo veremos um cronograma onde explicita as partes com conteúdos e duração dos quais a aula 4 foi organizada. Ver tabela 10.

Tabela 10 – Duração e descrição das partes da aula 4

Aula	Parte	Conteúdos	Duração
Aula 4	Parte 1	Introdução: Relembrar a aula anterior (aula 2 e 3), explicação do cronograma dessa aula.	5 minutos
	Parte 2	Explicação e discursão da segunda lei de Newton: Princípio Fundamental da Dinâmica.	30 minutos
	Parte 3	Exercício 3 (Apêndice E):	15 minutos

		Distribuição, aplicação e correção do exercício 2.	
--	--	---	--

Fonte: Elaborada pelos autores.

Objetivos geral:

- Aprender a segunda lei de Newton: Princípio Fundamental da Dinâmica ($F=ma$).
- Responder exercício 3 (apêndice E).

Objetivo específico

- Apresentar a segunda lei de Newton.
- Relacionar com situações do dia a dia.
- Utilizar a equação $F=ma$ em exercícios.
- Diferenciar peso e massa.
- Aplicar Exercício 3. (apêndice E).

Recursos necessários:

- Lápis e borracha.
- Quadro branco.
- Exercício 3. (Apêndice E).

Duração:

- 50 minutos.

Estrutura da aula 4: A aula 4 será dividida em 3 partes.

Parte 1 – Introdução: Relembrar a aula anterior (aulas 1, 2 e 3), explicação do cronograma dessa aula (5 minutos).

- Começar a aula falando que estamos na aula 4 e relembre do que foi trabalhado nas aulas anteriores (aula 2 e 3). É importante deixar os alunos sempre ciente do objetivo e qual momento estamos na SD.
- Explicar o que vai acontecer nessa aula (explicação da segunda lei de Newton, cálculos e correção do exercício 2).

Parte 2 – Explicação e discursão da segunda leis de Newton: Princípio Fundamental da Dinâmica (30 min)

- Apresentar a segunda lei de Newton escrevendo no quando a equação $F = ma$.
- Ensinar o que cada letra dessa equação significa e quais são as suas unidades de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI).
- Citar exemplos do cotidiano como a diferença na dificuldade de empurrar um carrinho de supermercado vazio e um cheio de mercadorias.
- Aplicar a equação $F=ma$ em algum dos exemplos citados como a do carrinho de supermercado, atribuindo um valor igual para a força aplicada e valores diferentes para a massa dos dois carrinhos. Em seguida, compare os resultados da aceleração atingida.
- Diferenciar o conceito de peso e massa mostrando a importância da força da gravidade do planeta Terra (10 m/s^2) com parando com a força da gravidade da lua ($1,6 \text{ m/s}^2$).
- Repetir o processo com outros exemplos com valores diferentes um ou duas vezes.

Parte 3 – Exercício 3 (Apêndice E): Distribuição, aplicação e correção do exercício 1 (15 minutos).

- Preparar para o exercício 3 lembrando que a aplicação terá as mesmas características para todos os exercícios.
- Distribuir o exercício 3, informe que o tempo limite será de 10 minutos para responderem, sem consulta de materiais e individual.
- O exercício 3 também não será recolhido pelo professor.
- Lembrar que, após o fim do tempo determinado, será dada as respostas.
- Ditar as respostas com comentários em 5 minutos. Se necessário, utilize o quadro.

Aula 5: A queda dos corpos com e sem resistência do ar.

Abaixo veremos um cronograma onde explicita as partes com conteúdos e duração dos quais a aula 5 foi organizada. Ver tabela 11.

Tabela 11 – Duração e descrição das partes da aula 5

Aula	Partes	Conteúdos	Duração
------	--------	-----------	---------

Aula 5	Parte 1	Introdução: Relembrando aulas 1, 2, 3 e 4.	5 minutos
	Parte 2	Conceito e equação da força de arrasto.	25 minutos
	Parte 3	Demonstração 1: Variação da área do objeto que cai.	2,5 minutos
	Parte 4	Demonstração 2 – Eliminação da força de arrasto	2,5 minutos
	Parte 5	Exercício 4 (Apêndice F): Distribuição	15 minutos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Objetivos geral

- Entender movimento de queda livre e com e sem atrito do ar.
- Desenvolver a habilidade de cálculo da força de resistência do ar.

Objetivo específico

- Explicar a diferença entre queda livre a queda com resistência do ar.
- Ensinar o conceito de velocidade terminal e aceleração zero durante a queda com resistência do ar.
- Apresentar a equação da força de resistência do ar para baixas e altas velocidades ($F_{res} = K.V$ e $F_{res} = K.v^2$).
- Correlacionar a terceira lei de Newton (ação e reação) a queda dos corpos na velocidade terminal.
- Aplicar Exercício 4. (Apêndice F)

Recursos necessários

- Lápis e borracha.
- Quadro branco.
- Duas folhas de caderno.

- Um livro ou caderno.
- Exercício 4. (Apêndice F)

Duração

- 50 minutos.

Estrutura da aula 5: A aula 5 será dividida em 5 partes.

Parte 1 – Introdução: Relembrando aula 2, 3 e 4. (5 minutos)

- Começar a aula relembrando o que foi abordado na aula anterior (aula 2, 3 e 4).
- Avise que esta quinta aula é sobre a queda dos corpos com e sem resistência do ar.

Parte 2 – Conceito e equação da força de arrasto (25 minutos)

- Promover uma discussão perguntando aos alunos sobre a queda de uma folha de papel e de um livro abandonados da mesma altura e ao mesmo tempo. Deixe os alunos expressem suas ideias sobre o porquê de os objetos caírem em tempos diferentes.
- Introduzir o conceito de Força de arrasto e explique que objetos em queda em um fluido atingem uma velocidade terminal (velocidade constante) como a dos paraquedistas, comparando a diferença de velocidade de queda antes e depois de abrir o paraquedas, assim aceleração zero.
- Dizer que, na velocidade terminal, a força Peso é igual a Força de arrasto, assim evidenciando a terceira lei de Newton.
- Informar que fatores como área e formato do objeto e densidade do fluido são decisivos na determinação da força de arrasto.
- Apresentar a equação da força de resistência do ar para baixas e altas velocidades ($F_{res} = K.V$ e $F_{res} = K.v^2$), traduzindo o significado de cada termo nas equações.
- Faça um exemplo que seja necessário a utilização da equação da resistência do ar para atingir a resposta correta.

Parte 3 – Demonstração 1 e Demonstração 2 (2,5 minutos)

Demonstração 1: Variação da área do objeto que cai (2,5 minutos).

- Em pé, pegue uma folha de caderno e a abandone da altura da cabeça.
- Em seguida pegue a mesma folha, amasse-a e abandone da mesma altura.
- Lembre-os que a folha não mudou a massa entre as duas quedas.
- Peça que alunos tirem suas conclusões sobre a diferença entre as duas quedas.

Parte 4 – Demonstração 2 (2,5 minutos)

Demonstração 2 – Eliminação da força de arrasto (2,5 minutos).

- Em pé, coloque a folha de caderno e o livro lado a lado, virados com a face para baixo próximo da altura da cabeça, abandone-os da mesma altura e ao mesmo tempo. Peça que os alunos tirem suas conclusões e falem da observação feita.
- Coloque a mesma folha de papel apoiada em cima do mesmo livro e abandone da mesma altura anteriormente e simultaneamente. Certifique-se que a folha não é maior do que o livro. Peça aos alunos que comparem os resultados das duas quedas (folha ao lado do livro e folha em cima do livro) e comentem com a observação anterior.
- Faça as explicações corretas desse fenômeno corrigindo conclusões erradas por parte dos alunos.

Parte 5 – Exercício 4 (Apêndice F): Distribuição, aplicação e correção (15 minutos).

- Prepare-os para o exercício 4, lembrando que a aplicação terá as mesmas características dos exercícios 1, 2 e 3. (aulas anteriores).
- Distribua o exercício 4, informe que o tempo limite será de dez minutos para responderem, sem consulta de materiais e individual.
- O exercício 4 também não será recolhido pelo professor.
- Após o tempo determinado (5 minutos), dê as respostas do exercício 4 fazendo as considerações e correções necessárias.

Aula 6: Aprendendo sobre a resistência do ar utilizando o Tubo de vento.

Abaixo veremos um cronograma onde explicita as partes com conteúdos e duração dos quais a aula 6 foi organizada. Ver tabela 12.

Tabela 12 – Duração, e descrição das partes da aula 6

Aula	Parte	Descrição	Duração
Aula 6	Parte 1	Introdução: Apresentação do Tubo de vento e formação de grupos de alunos.	5 minutos
	Parte 2	Preparando o Tubo de vento, anemômetro e balança de precisão.	5 minutos
	Parte 3	Pesando as bolinhas de Rollo n.	5 minutos
	Parte 4	Medindo as velocidades do ar para cada bolinha.	10 minutos
	Parte 5	Calculando a constante K.	25 minutos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Objetivos geral

- Aprender sobre o conceito de resistência do ar utilizando um aparato experimental previamente construído.
- Aprender a capturar dados por meio da observação.

Objetivo específico

- Interrelacionar as leis de Newton com a força de resistência do ar aplicada em objeto que cai sob a aceleração da gravidade em um fluido.
- Ensinar sobre a resistência do ar utilizando uma unidade didática.
- Mostrar o conceito de velocidade terminal.
- Aprender a observar e anotar dados fornecidos pela unidade didática em funcionamento.

Recursos necessários

- Tubo de vento.
- Bolinhas de desodorante Roll on.
- Anemômetro.
- Balança de precisão.
- Ficha de tabulação de dados (Apêndice G).
- Lápis e borracha.

Duração

- 50 minutos.

Estrutura da aula 6: A aula 6 será dividida em 3 partes.

Parte 1 – Introdução: Apresentação do Tubo de vento e formação de grupos de alunos (5 minutos)

- Iniciar a aula explicando que será utilizado um recurso didático, em seguida apresente o Tubo de vento, as bolinhas a serem lançadas e todos os materiais necessários para medição e registro do fenômeno.
- Formar duplas ou trios de alunos.
- Certificar que os alunos ou os grupos de alunos portam a Ficha de tabulação de dados.

Parte 2 - Preparando o Tubo de vento, anemômetro e balança de precisão (5 minutos).

- Coloque o Tubo de vento no chão ou em cima de uma mesa firme e bem nivelada.
- Posicione Anemômetro próximo a saída de ar do Tubo, coloque o botão liga/desliga na posição ligar, em seguida gire o Dimmer botão abaixo gradativamente até a máxima, o objetivo desse processo é certificar que o Tubo de vento e o anemômetro estão funcionando corretamente.
- Apoie a balança de precisão em uma superfície firme e nivela e conecte o plug na tomada mais próxima.

Parte 3 - Pesando as bolinhas de Roll on (5 minutos).

- Pegue as bolinhas de Roll on, já previamente inseridas com águas e vedadas, e

pese uma por uma partindo da bolinha 1 (vazia) até a bolinha 6. Peça que os alunos anotem os valores da massa registrada na balança na ficha de tabulação (Apêndice G)

- Informe que as bolinhas estarão com quantidades de água diferentes para variar a massa.
- Relembre a aula 4 sobre a diferença entre peso e massa.

Parte 4 - Medindo as velocidades do ar para cada bolinha (10 minutos).

- Ligue o Tubo de vento. Não é necessário utilizar as chaves de aumento de temperatura oferecido pelo sistema de aquecimento secador de cabelo.
- Regule a velocidade do vento, girando o Dimmer, em uma medida que a bolinha 1 fique flutuando no topo do tubo.
- Lentamente gire o Dimmer no sentido anti-horário diminuindo a potência da máquina até que a bolinha comece entrar no tubo.
- Regule a potência da máquina até que a bolinha fique perfeitamente parada, flutuando em qualquer altura dentro do tubo. É importante que ela atinja uma altura estável independentemente se está girando ou não.
- Relembre que a bolinha parada dentro do tubo representa a velocidade terminal mencionada na aula 4.
- Segure o Anemômetro próximo a saída de ar na parte superior do tubo e aguarde até que a velocidade marcada no anemômetro fique estável.
- Oriente os alunos a anotarem na ficha de tabulação de dados (apêndice G) a velocidade do ar informada no anemômetro.
- Repita esse processo com as bolinhas 2, 3, 4, 5 e 6, pedindo para os alunos não esquecerem de anotar os valores das velocidades registradas no Anemômetro na ficha de tabulação de dados.

Parte 5 - Calculando a constante K (25 minutos)

- Peça para que os alunos apliquem a equação $Fre = K.v$ utilizando os dados coletados na Ficha de tabulação. Se necessário faça o primeiro cálculo.
- Relembre que na aula 4 aprendemos que $F = m.a$ é $P = m.g$ e que Fre é igual ao P quando a bolinha está em velocidade terminal dentro do tubo em

funcionamento.

- Oriente para que os alunos calculem o valor de da constante K e anotem na ficha de tabulação no Espaço 1. O uso de calculadoras pelo aluno fica a critério do professor.
- Recolha as fichas de tabulação ao final da aula.

Aula 7: Aprendendo montar gráficos.

Abaixo veremos um cronograma onde explicita as partes com conteúdos e duração dos quais a aula 7 foi organizada. Ver tabela 13.

Tabela 13 – Duração, e descrição das partes da aula 7

Aula	Parte	Descrição	Duração
Aula 7	Parte 1	Introdução: Remontando grupos diante dos computadores e distribuindo as fichas de tabulação de dados.	5 minutos
	Parte 2	Aprendendo a fazer gráficos de X e Y no Word com o passo a passo.	30 minutos
	Parte 3	Analizando os gráficos e respondendo a “Questão única”.	15 minutos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Objetivos geral

- Aprender a fazer de gráfico X e Y utilizando o word.
- Desenvolver habilidade em inserir dados em gráfico.

Objetivo específico

- Ensinar a fazer gráfico de Eixo X e Y no Word.
- Interpretar dados extraídos dos lançamentos das bolinhas no Tubo de vento e inserir em gráficos da aula 6.
- Ler e interpretar linhas de gráficos surgidas dos dados lançados no programa.

Recursos necessários

- Sala de computação e computadores.
- Ficha de tabulação (apêndice G)
- Passo a passo (apêndice H).

Duração

- 50 minutos.

Estrutura da aula 7: A aula 7 será dividida em 3 partes.

Parte 1 – Introdução: Remontando grupos, distribuindo as fichas de tabulação de dados (5 minutos).

- Remontar os grupos da aula anterior, posicione diante dos computadores previamente ligados na tela inicial, distribua as fichas de tabulação, entregue o passo a passo para cada aluno.
- Avisar que nessa aula aprenderemos sobre montar gráfico coletados da aula 6.

Parte 2 – Aprendendo a fazer gráficos de X e Y no Word com o passo a passo (5 minutos).

- Informe-os de que os dados que serão inseridos no programa do Word para a construção dos gráficos estão na ficha de tabulação que foi preenchida na aula anterior (aula 6) e é preciso ter em mãos.
- Peça para que os alunos, com o passo a passo em mãos, siga rigorosamente as instruções no computador.
- Com paciência, faça a leitura seguindo a ordem do passo a passo para que nenhum aluno ou grupo se perca nas instruções durante o desenrolar da aula.
- Ao final de cada trecho certifique-se que todos os alunos e grupos estão já cumpriram as etapas anteriores e, se assim, vá fazendo a leitura até que todo o passo a passo seja concluído.

- Se necessário, volte algumas instruções para nivelar alunos que não conseguiram acompanhar.
- Informe-os que, ao final do passo a passo, surgirá o gráfico.

Parte 3 – Analisando o gráfico e respondendo a “Questão única” (25 minutos).

- Para finalizar a aula, informe aos alunos que analisem o gráfico e respondam a “Questão única” na última página do passo a passo.
- Logo após, recolha o passo a passo, e avalie os gráficos obtidos.
- Mostre aos alunos as semelhanças e as discrepâncias que surgiram nos gráficos produzidos por eles mesmos.
- Faça as correções e peça para que os alunos fechem o programa sem salvar os documentos e desligue os computadores.

Aula 8: Questionário II (apêndice B) e Questionário avaliativo (apêndice I).

Abaixo veremos um cronograma onde explicita as partes com conteúdos e duração dos quais a aula 8 foi organizada. Ver tabela 13.

Tabela 13 – Duração, e descrição das partes da aula 8

Aula	Parte	Descrição	Duração
Aula 8	Parte 1	Avisar que é a última aula da SD e fazer os agradecimentos e explicar que será aplicado um questionário II e um questionário avaliativo da SD.	10 minutos
	Parte 2	Aplicar e recolher o Questionário II (apêndice B):	30 minutos

	Parte 3	Aplicar e recolher o Questionário avaliativo (apêndice I).	10 minutos
--	---------	--	------------

Fonte: Elaborada pelos autores.

Objetivos geral

- Responder o Questionário II (apêndice B).
- Responder o Questionário avaliativo (apêndice I).

Objetivo específico

- Fazer o encerramento e agradecimento aos alunos pela participação da SD.
- Aplicar e recolher o questionário II.
- Aplicar e recolher o Questionário avaliativo (apêndice I).

Recursos necessários

- Sala de aula.
- Questionário II (apêndice B).
- Questionário avaliativo (apêndice I).

Duração

- 50 minutos.

Estrutura da aula 8: A aula 8 será dividida em 3 partes.

Parte 1 – Introdução: Relembrar as aulas anteriores (1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7). (10 minutos).

- Avisar que é a última aula da SD.
- Fazer os agradecimentos.
- Informar que será aplicado um questionário II (sobre o conteúdo aprendido) e o questionário avaliativo (sobre a qualidade das aulas) da SD.

Parte 2 – Aplicar o Questionário II (apêndice B)

- Separar os alunos individualmente em suas carteiras preparando-os para os questionários.

- Avisar que o Questionário II é idêntico ao Questionário I.
- Informar que o objetivo é comparar as respostas dos questionários para verificar se houve avanço no aprendizado do conteúdo.
- Dizer que o tempo disponível para responder o Questionário II é de, até, 30 minutos.
- Informar que as respostas dos questionários são individuais e que não é permitido consulta de cadernos, livros ou recursos digitais.
- Distribuir os questionários II.
- Quando os alunos terminarem de responder todas as perguntas ou ao final do tempo de 30 minutos, recolher os Questionários II.

Parte 3 – Aplicar o Questionário Avaliativo (apêndice I).

- Assim que for recolhendo o Questionário II, já distribua o Questionário Avaliativo.
- Dizer que o tempo disponível para responder o Questionário Avaliativo é de, até, 10 minutos.
- Quando os alunos terminarem de responder todo o Questionário Avaliativo ou ao final do tempo de 10 minutos, recolha.
- Os alunos podem ser liberados ou permanecerem em sala em silêncio até ao final da aula. À critério do professor e das regras da escola.

4. Riscos e benefícios

A análise e a explicitação dos riscos e benefícios são etapas fundamentais em qualquer pesquisa que envolva seres humanos, especialmente quando os participantes são alunos em contexto escolar. Isso garante a transparência do processo e o respeito à integridade física, emocional e intelectual dos envolvidos. No caso desta pesquisa, os riscos são mínimos, restritos a possíveis desconfortos momentâneos durante a realização das atividades propostas, como insegurança ao responder perguntas ou participar de discussões. Nenhum procedimento invasivo será adotado. Por outro lado, os benefícios são significativos, pois a proposta visa promover a aprendizagem ativa, o estímulo à reflexão crítica e o envolvimento dos estudantes com práticas científicas. Além disso, os resultados da pesquisa poderão subsidiar melhorias no ensino de Física, tornando-o mais acessível e significativo para os alunos.

Os riscos que o participante da pesquisa estará exposto são de gerar ansiedade relacionada ao desempenho, o medo de errar ou de não compreender os conteúdos abordados e sensação de estar sendo avaliado pode gerar desconforto ou insegurança. Esses riscos serão minimizados mediante: o esclarecimento prévio do projeto que será aplicado, participação voluntária dos alunos onde se sentirão a vontade para desistir a qualquer momento, sigilo e anonimato já que não será necessário a identificação do alunos nos questionário, ambiente acolhedor promovido e organizado pelo professor pesquisador e respeito ao ritmo individual tendo ciência de que cada aluno tem uma velocidade de aprendizagem; para manter o sigilo e o respeito ao participante da pesquisa, o questionário será aplicado pelo discente YURI GONÇALVES RODRIGUES e somente ele e o pesquisador responsável poderão manusear e guardar os dados; sigilo das informações por ocasião da publicação dos resultados, considerando que não serão divulgados dados que identifiquem o participante; garantia que o participante se sinta a vontade para responder aos questionários; e anuência das instituições de ensino para a realização da pesquisa. Os dados coletados serão, ao final da pesquisa, armazenados na forma digital, em pen-drive protegido com senha, e guardados por no mínimo cinco anos sob a responsabilidade do pesquisador responsável, em armário fechado com chave, no Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Campus central polo 10, a fim de garantir a confidencialidade, a privacidade e a segurança das informações coletadas, e a divulgação dos resultados será feita de forma a não identificar os participantes e o responsável. Cabe ressaltar que os cuidados

com a pesquisa seguem todas as orientações da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD Lei Nº 13.709/2018).

O benefício desta pesquisa é a possibilidade de transformar a prática docente por meio da reflexão crítica e fundamentada, promovendo inovações no ensino que tornam o aprendizado mais significativo. Além disso, a pesquisa permite compreender melhor as dificuldades dos alunos, desenvolver estratégias mais eficazes de ensino e criar recursos didáticos contextualizados. Para os professores, é uma oportunidade de crescimento profissional e valorização do seu papel como agente de transformação na educação. Para os alunos, representa a chance de vivenciar um ensino mais próximo da realidade, que estimula a curiosidade, o pensamento crítico e o protagonismo no processo de aprendizagem.

5. Considerações finais

Esperamos que esse produto sirva de uma maneira ou outra como mais um instrumento facilitador na hora de um professor de Física lecionar ou qualquer outro profissional da área. Que desperte o interesse em abordar assunto que muitas vezes são passados quase que despercebido por motivos como a complexidade de conceitos ou de raciocínio matemático. Que seja uma ferramenta útil que tenha aplicação simples e prática com o intuito de despertar o interesse dos alunos assim, sendo um instrumento eficaz e eficiente na hora do seu uso. É importante deixar claro que essa ideia está sujeita a modificações que tenham o objetivo de melhorar a sua utilidade. Qualquer profissional que ler esse produto tem a autonomia de pensar em modificações e adaptações, fazendo os ajustes necessários para que sua aula fica mais rica e mais produtiva conforme a necessidade e especificidade de cada aluno.

6. Referências bibliográficas

BELTRÁN NUÑEZ, Isauro; RAMALHO, Betania Leite. **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. ed. Sulina, 2004.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Plano Nacional de Educação PNE 2014-2024: Linha de Base. – Brasília, DF: Inep, 2015.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Censo Escolar da Educação Básica 2023: resumo técnico. Brasília, DF: Inep, 2024.

VIGOTSKII, Lev Semenovich; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alex N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de Maria da Penha Villalobos. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2010.

Apêndice A - Questionário I (QI)

LOGO DA ESCOLA	NOME DA ESCOLA
	Aula 01 Questionário I Série/Turma: _____ Turno: _____ Data: ____/____/____ Professor: _____ Componente curricular: _____ Aluno: _____
INSTRUÇÕES	
Responda o questionário A sem consulta de materiais físicos (livros ou cadernos) e nem de recursos digitais (celulares ou computadores). Entregue esse questionário ao professor ao final da aula.	

QUESTIONÁRIO I

QUESTÃO 1. O que estabelece a Primeira Lei de Newton, também conhecida como Lei da Inércia?

- a) ☐ Todo corpo em repouso tende a permanecer em repouso e todo corpo em movimento tende a permanecer em movimento, salvo se uma força externa agir sobre ele.
- b) ☐ A força resultante sobre um corpo é igual ao produto de sua massa pela aceleração.
- c) ☐ Para toda ação, existe uma reação de igual intensidade, mesma direção e sentido oposto.
- d) ☐ A aceleração é diretamente proporcional à força aplicada.
- e) ☐ O peso de um corpo depende apenas da massa.

QUESTÃO 2. Qual das situações abaixo está relacionada à Segunda Lei de Newton?

- a) ☐ Um carro parado continua parado sem forças externas atuando.
- b) ☐ Um paraquedista atinge velocidade terminal.
- c) ☐ Um atleta acelera mais rapidamente ao aplicar mais força.
- d) ☐ Duas forças opostas se anulam, mantendo o objeto em equilíbrio.
- e) ☐ Um objeto flutua devido à resistência do ar.

QUESTÃO 3. O peso de um corpo de 10 kg na Terra, onde a gravidade é 10 m/s^2 , é:

- a) ☐ 10 N
- b) ☐ 100 N
- c) ☐ 50 N
- d) ☐ 1 N
- e) ☐ 200 N

QUESTÃO 4. Na Terceira Lei de Newton, a força de ação e a força de reação:

- a) ☐ São aplicadas no mesmo corpo.
- b) ☐ Têm direções diferentes e sentidos diferentes.
- c) ☐ Sempre se anulam.
- d) ☐ São forças de contato e nunca forças à distância.
- e) ☐ Atuam em corpos diferentes, com mesma intensidade e direções opostas.

QUESTÃO 5. Qual característica da velocidade terminal está correta?

- a) (☐) A velocidade terminal ocorre quando a força peso é maior que a força de resistência do ar.
- b) (☐) A velocidade terminal é atingida quando a aceleração do corpo é máxima.
- c) (☐) A força peso e a força de resistência do ar se equilibram na velocidade terminal.
- d) (☐) O objeto para de se mover na velocidade terminal.
- e) (☐) A velocidade terminal só ocorre no vácuo.

QUESTÃO 6. Antes de abrir o paraquedas, a velocidade do paraquedista:

- a) (☐) Aumenta continuamente devido à gravidade.
- b) (☐) Diminui devido à resistência do ar.
- c) (☐) Permanece constante.
- d) (☐) Diminui devido à falta de gravidade.
- e) (☐) Aumenta devido ao empuxo do ar.

QUESTÃO 7. Após abrir o paraquedas, o paraquedista:

- a) (☐) Acelera devido à resistência do ar.
- b) (☐) Atinge rapidamente uma nova velocidade terminal menor.
- c) (☐) Permanece na mesma velocidade terminal de antes.
- d) (☐) Acelera continuamente até tocar o solo.
- e) (☐) Para instantaneamente devido à abertura do paraquedas.

QUESTÃO 8. Quando um objeto em queda livre não é mais acelerado pela gravidade, podemos afirmar que:

- a) (☐) Ele atinge o solo.
- b) (☐) A força peso é maior que a força de resistência do ar.
- c) (☐) Ele atingiu a velocidade terminal.
- d) (☐) A resistência do ar é desprezível.
- e) (☐) Ele para de cair.

QUESTÃO 9. Se duas bolas, uma leve e outra pesada, são lançadas da mesma altura em um ambiente com resistência do ar, qual chegará ao solo primeiro?

- a) (☐) A leve, porque sofre menos força peso.
- b) (☐) A pesada, porque é menos influenciada pela resistência do ar.
- c) (☐) Ambas chegam ao mesmo tempo.
- d) (☐) A leve, porque tem maior densidade.
- e) (☐) Depende da altura de lançamento.

QUESTÃO 10. Durante um experimento, um professor lança uma folha aberta e uma folha amassada de mesma massa de uma mesma altura. A folha amassada chega ao solo primeiro porque:

- a) (☐) Sofre menor resistência do ar devido à sua forma compacta.
- b) (☐) Tem maior peso.
- c) (☐) A gravidade é maior na folha amassada.
- d) (☐) O atrito é maior na folha aberta.
- e) (☐) A folha aberta tem menor massa efetiva.

Apêndice B - Questionário II (QII)

LOGO DA ESCOLA	NOME DA ESCOLA
	Aula 08 Questionário II Série/Turma: _____ Turno: _____ Data: ____/____/____ Professor: _____ Componente curricular: _____ Aluno: _____
INSTRUÇÕES Responda o questionário B sem consulta de materiais físicos (livros ou cadernos) e nem de recursos digitais (celulares ou computadores). Entregue esse questionário ao professor ao final da aula.	

QUESTIONÁRIO II

QUESTÃO 1. O que estabelece a Primeira Lei de Newton, também conhecida como Lei da Inércia?

- a) () Todo corpo em repouso tende a permanecer em repouso e todo corpo em movimento tende a permanecer em movimento, salvo se uma força externa agir sobre ele.
- b) () A força resultante sobre um corpo é igual ao produto de sua massa pela aceleração.
- c) () Para toda ação, existe uma reação de igual intensidade, mesma direção e sentido oposto.
- d) () A aceleração é diretamente proporcional à força aplicada.
- e) () O peso de um corpo depende apenas da massa.

QUESTÃO 2. Qual das situações abaixo está relacionada à Segunda Lei de Newton?

- a) () Um carro parado continua parado sem forças externas atuando.
- b) () Um paraquedista atinge velocidade terminal.
- c) () Um atleta acelera mais rapidamente ao aplicar mais força.
- d) () Duas forças opostas se anulam, mantendo o objeto em equilíbrio.
- e) () Um objeto flutua devido à resistência do ar.

QUESTÃO 3. O peso de um corpo de 10 kg na Terra, onde a gravidade é 10 m/s^2 , é:

- a) () 10 N
- b) () 100 N
- c) () 50 N
- d) () 1 N
- e) () 200 N

QUESTÃO 4. Na Terceira Lei de Newton, a força de ação e a força de reação:

- a) () São aplicadas no mesmo corpo.
- b) () Têm direções diferentes e sentidos diferentes.
- c) () Sempre se anulam.
- d) () São forças de contato e nunca forças à distância.
- e) () Atuam em corpos diferentes, com mesma intensidade e direções opostas.

QUESTÃO 5. Qual característica da velocidade terminal está correta?

- a) () A velocidade terminal ocorre quando a força peso é maior que a força de resistência do ar.
- b) () A velocidade terminal é atingida quando a aceleração do corpo é máxima.
- c) () A força peso e a força de resistência do ar se equilibram na velocidade terminal.
- d) () O objeto para de se mover na velocidade terminal.
- e) () A velocidade terminal só ocorre no vácuo.

QUESTÃO 6. Antes de abrir o paraquedas, a velocidade do paraquedista:

- a) () Aumenta continuamente devido à gravidade.
- b) () Diminui devido à resistência do ar.
- c) () Permanece constante.
- d) () Diminui devido à falta de gravidade.
- e) () Aumenta devido ao empuxo do ar.

QUESTÃO 7. Após abrir o paraquedas, o paraquedista:

- a) () Acelera devido à resistência do ar.
- b) () Atinge rapidamente uma nova velocidade terminal menor.
- c) () Permanece na mesma velocidade terminal de antes.
- d) () Acelera continuamente até tocar o solo.
- e) () Para instantaneamente devido à abertura do paraquedas.

QUESTÃO 8. Quando um objeto em queda livre não é mais acelerado pela gravidade, podemos afirmar que:

- a) () Ele atinge o solo.
- b) () A força peso é maior que a força de resistência do ar.
- c) () Ele atingiu a velocidade terminal.
- d) () A resistência do ar é desprezível.
- e) () Ele para de cair.

QUESTÃO 9. Se duas bolas, uma leve e outra pesada, são lançadas da mesma altura em um ambiente com resistência do ar, qual chegará ao solo primeiro?

- a) () A leve, porque sofre menos força peso.
- b) () A pesada, porque é menos influenciada pela resistência do ar.
- c) () Ambas chegam ao mesmo tempo.
- d) () A leve, porque tem maior densidade.
- e) () Depende da altura de lançamento.

QUESTÃO 10. Durante um experimento, um professor lança uma folha aberta e uma folha amassada de mesma massa de uma mesma altura. A folha amassada chega ao solo primeiro porque:

- a) () Sofre menor resistência do ar devido à sua forma compacta.
- b) () Tem maior peso.
- c) () A gravidade é maior na folha amassada.
- d) () O atrito é maior na folha aberta.
- e) () A folha aberta tem menor massa efetiva.

Apêndice C - Exercício 1 (E1)

LOGO DA ESCOLA	NOME DA ESCOLA		
	Aula 02 Exercício 01 Série/Turma: _____ Turno: _____ Data: ____/____/____ Professor: _____ Componente curricular: _____ Aluno: _____ Assunto: Primeira lei de Newton: Inércia		
INSTRUÇÕES			
Responda o exercício com base na aula que acabou de acontecer sem consulta de materiais físicos (livros ou cadernos) e nem de recursos digitais (celulares ou computadores).			

EXERCÍCIO 1

QUESTÃO 1. O que a Primeira Lei de Newton, também conhecida como Lei da Inércia, afirma sobre um objeto em repouso?

- a) ☐ Ele permanece em repouso até que a resultante das forças seja diferente de zero seja aplicada no sistema.
- b) ☐ Ele entra em movimento espontaneamente.
- c) ☐ Ele muda de direção por si mesmo.
- d) ☐ Ele aumenta sua velocidade automaticamente.
- e) ☐ Ele não responde a nenhuma força.

QUESTÃO 2. Quando um carro freia bruscamente, os passageiros tendem a ser lançados para frente. Isso ocorre devido:

- a) ☐ À ação de uma força que empurra para frente.
- b) ☐ À inércia que mantém os corpos em movimento.
- c) ☐ À força do motor do carro.
- d) ☐ À resistência do ar.
- e) ☐ Ao atrito do pneu com o solo.

QUESTÃO 3. De acordo com a Primeira Lei de Newton, um corpo em repouso tende a:

- a) ☐ Mover-se sozinho
- b) ☐ Acelerar espontaneamente.
- c) ☐ Subir, se for leve.
- d) ☐ Parar imediatamente.
- e) ☐ Permanecer em repouso, se nenhuma força com resultante diferente de zero atuar sobre ele.

QUESTÃO 4. Um livro sobre a mesa permanece parado. Isso acontece porque:

- a) ☐ Não existe força nenhuma atuando sobre ele.
- b) ☐ Ele quer ficar parado.
- c) ☐ As forças que atuam sobre ele estão em equilíbrio.
- d) ☐ Ele está colado na mesa.
- e) ☐ O ar está segurando o livro.

QUESTÃO 5. Um corpo em movimento continua se movendo com velocidade constante em linha reta se:

- a) ☐ Estiver subindo.
- b) ☐ A força aplicada aumentar com o tempo.
- c) ☐ Estiver caindo.
- d) ☐ Nenhuma força atuar sobre ele ou a força resultante for zero.
- e) ☐ Houver atrito agindo sobre ele.

Apêndice D - Exercício 2 (E2)

LOGO DA ESCOLA	NOME DA ESCOLA		
	Aula 03		
	Exercício 02		
	Série/Turma: _____	Turno: _____	Data: ____/____/____
	Professor: _____		
	Componente curricular: _____		
	Aluno: _____		
	Assunto: Terceira lei de Newton: Ação e reação		
INSTRUÇÕES			
Responda o exercício com base na aula que acabou de acontecer sem consulta de materiais físicos (livros ou cadernos) e nem de recursos digitais (celulares ou computadores).			

EXERCÍCIO 2

QUESTÃO 1. Quando um atleta empurra o chão com os pés para saltar, ele é impulsionado para cima. De acordo com a Terceira Lei de Newton, qual é a força de reação?

- a) () A força da gravidade sobre o atleta.
- b) () A força dos músculos do atleta.
- c) () A força do chão empurrando o atleta para cima.
- d) () A força do ar empurrando o atleta para cima.
- e) () A força do atleta puxando o chão para baixo.

QUESTÃO 2. Quando a Terra atrai a Lua com uma força gravitacional, o que acontece de acordo com a Terceira Lei de Newton?

- a) () A Lua atrai a Terra com uma força igual e oposta.
- b) () A Terra puxa a Lua e isso não tem reação.
- c) () A Lua não exerce força nenhuma na Terra.
- d) () A gravidade só funciona da Terra para os corpos menores.
- e) () A força depende apenas da massa da Lua.

QUESTÃO 3. Um objeto de 10 kg está sendo puxado com uma força de 30 N para a direita e uma força de 10 N para a esquerda. Qual é a força resultante?

- a) () 10 N para a esquerda.
- b) () 20 N para a direita.
- c) () 40 N para a direita.
- d) () 0 N.
- e) () 10 N para a direita.

QUESTÃO 4. Uma pessoa puxa um trenó com uma corda inclinada, aplicando uma força de 50 N para frente e um pouco para cima. Segundo a Terceira Lei de Newton, o trenó reage com uma força:

- a) () De 50 N, na mesma direção e sentido da força aplicada.
- b) () De 50 N, para baixo e para trás (sentido oposto da força aplicada).
- c) () De 25 N, para cima.
- d) () Somente para trás, sem componente vertical.
- e) () Nula, pois o trenó não tem força própria

QUESTÃO 5. Sobre a terceira lei de Newton, é correto afirmar que:

- a) () As forças de ação e reação só acontece em objetos parados.
- b) () As forças de ação e reação têm a mesma direção e sentidos.
- c) () As forças de ação e reação ocorrem apenas quando há movimento.
- d) () As forças de ação e reação sempre se anulam.
- e) () As forças de ação e reação são iguais em módulo, direção e têm sentidos opostos.

Apêndice E - Exercício 3 (E3)

LOGO DA ESCOLA	NOME DA ESCOLA		
	Aula 04		
	Exercício 03		
	Série/Turma: _____	Turno: _____	Data: ____/____/____
	Professor: _____		
	Componente curricular: _____		
	Aluno: _____		
	Assunto: Segunda lei de Newton: Princípio Fundamental da Dinâmica ($f=ma$).__		
INSTRUÇÕES			
Responda o exercício com base na aula que acabou de acontecer sem consulta de materiais físicos (livros ou cadernos) e nem de recursos digitais (celulares ou computadores).			

EXERCÍCIO 3

QUESTÃO 1. A Segunda Lei de Newton afirma que a força resultante aplicada sobre um corpo é:

- a) () Diretamente proporcional à sua massa.
- b) () Inversamente proporcional à sua aceleração.
- c) () Diretamente proporcional ao produto de sua massa pela aceleração.
- d) () Inversamente proporcional à gravidade.
- e) () Independente da aceleração do corpo.

QUESTÃO 2. Um objeto com massa de 2 kg é submetido a uma força de 10 N. Qual será sua aceleração?

- a) () 2 m/s²
- b) () 5 m/s²
- c) () 10 m/s²
- d) () 20 m/s²
- e) () 50 m/s²

QUESTÃO 3. Dois objetos de massas diferentes, 2 kg e 4 kg, são submetidos à mesma força de 12 N. A aceleração do objeto mais leve será:

- a) () Igual à do mais pesado.
- b) () Um quarto da do mais pesado.
- c) () O dobro da do mais pesado.
- d) () Metade do mais pesado.
- e) () Quatro vezes a do mais pesado.

QUESTÃO 4. Um carro de 1000 kg precisa atingir uma aceleração de 2 m/s². Qual força deve ser aplicada sobre ele?

- a) () 500 N
- b) () 1000 N
- c) () 1500 N
- d) () 1750 N
- e) () 2000 N

QUESTÃO 5. Um corpo de 5 kg está na superfície da Terra. Qual é seu peso? Adote $g = 10\text{m/s}^2$

- a) () 5 N.
- b) () 25 N.
- c) () 50 N.
- d) () 75 N.
- e) () 100 N.

Apêndice F - Exercício 4 (E4)

LOGO DA ESCOLA	NOME DA ESCOLA		
	Aula 05		
	Exercício 04		
	Série/Turma: _____	Turno: _____	Data: ____/____/____
	Professor: _____		
	Componente curricular: _____		
	Aluno: _____		
	Assunto: Força de atrito do ar e velocidade terminal.		
INSTRUÇÕES			
Responda o exercício com base na aula que acabou de acontecer sem consulta de materiais físicos (livros ou cadernos) e nem de recursos digitais (celulares ou computadores).			

EXERCÍCIO 4

QUESTÃO 1. O que ocorre com a velocidade de um paraquedista logo após abrir o paraquedas?

- a) () Aumenta devido à gravidade.
- b) () Permanece constante.
- c) () Diminui devido ao aumento da resistência do ar.
- d) () Diminui devido à redução da gravidade.
- e) () Aumenta devido ao atrito com o ar.

QUESTÃO 2. Após saltar de um avião, um paraquedista em queda acelera até que a força do ar o impede de continuar aumentando a velocidade sem mesmo ter acionado o paraquedas. Esse momento é chamado de:

- a) () Aceleração final.
- b) () Queda livre absoluta.
- c) () Ponto de máxima força.
- d) () Velocidade terminal.
- e) () Força gravitacional zero

QUESTÃO 3. Em um experimento, um professor abandona dois objetos diferentes da mesma altura e ao mesmo tempo: um livro e uma folha de papel, ambos com a mesma área superficial. O livro atinge o solo primeiro porque:

- a) () O livro tem menor área.
- b) () O papel sofre menor resistência do ar.
- c) () O livro é mais leve que o papel.
- d) () A gravidade age menos no papel.
- e) () O papel sofre maior resistência do ar.

QUESTÃO 4. Características de objetos que caem por último quando abandonados de uma mesma altura incluem:

- a) () Maior volume e menor área superficial.
- b) () Maior massa e menor área de superfície.
- c) () Menor massa e maior área superficial.
- d) () Melhor aerodinâmica e menor resistência do ar.
- e) () Menor massa e menor força gravitacional.

QUESTÃO 5. Qual das seguintes características aumenta a resistência do ar em um objeto em queda?

- a) () Baixa área superficial.
- b) () Formato aerodinâmico.
- c) () Formato não aerodinâmico.
- d) () Pequena massa.
- e) () Pequeno formato.

Apêndice G - Exercício 5 (E5)

LOGO DA ESCOLA	NOME DA ESCOLA		
	Série/Turma: _____	Turno: _____	Data: ____/____/____
	Professor: _____		
	Componente curricular: _____		
	Aula: 06		
	Tabulação de dados		
Assunto: resistência do ar e velocidade terminal.			
Aluno: _____			
INSTRUÇÕES			
1. Anote as massas das bolinhas que aparecem na balança de precisão;			
2. Faça a transformação de unidade de grama (g) para quilograma (kg) dividindo os valores das massas por 1000;			
3. Calcule e registre os pesos das bolinhas multiplicando por 10;			
4. Anote o valor da altura (m) e a velocidade (m/s) do ar que aparece no anemômetro quando a bolinha estiver equilibrada em uma altura fixa dentro do tubo em funcionamento;			
5. Use o espaço 1 destinado para calcular o valor da constante de fluxo de ar e coloque no espaço específico de registro.			
6. Use o espaço 2 destilado para anotar as conclusões obtidas das análises dos gráficos.			

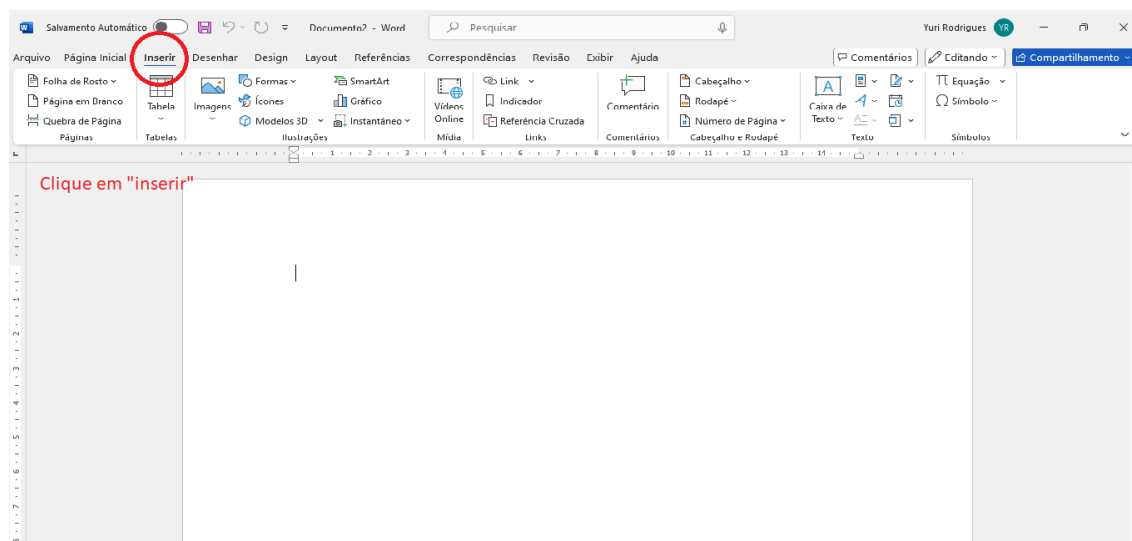
TABULAÇÃO DE DADOS

Bolinha	Massa (g)	Massa (kg) (divida por 1000)	Peso (N) kg (multiplique por 10)	Velocidade do ar (m/s)	Altura da bolinha no tubo (m)	Constante de fluxo de ar K(kg/s)
1						
2						
3						
4						
5						
6						

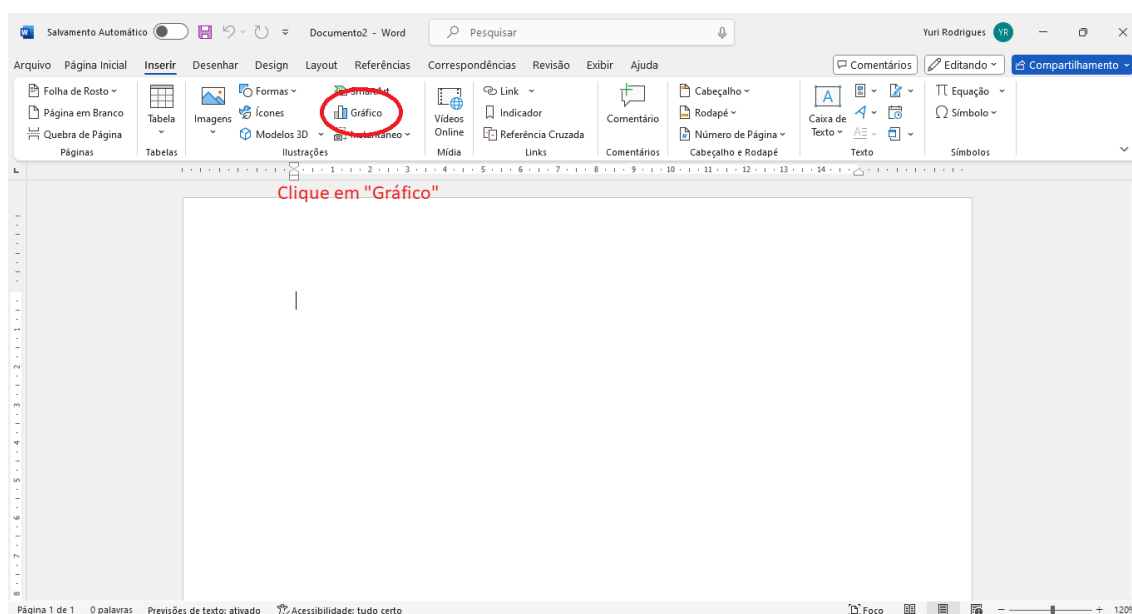
Espaço Reservado para os cálculos das constantes de fluxo de cada bolinha.

Apêndice H - Passo a passo - manual da ferramenta computacional e gráficos

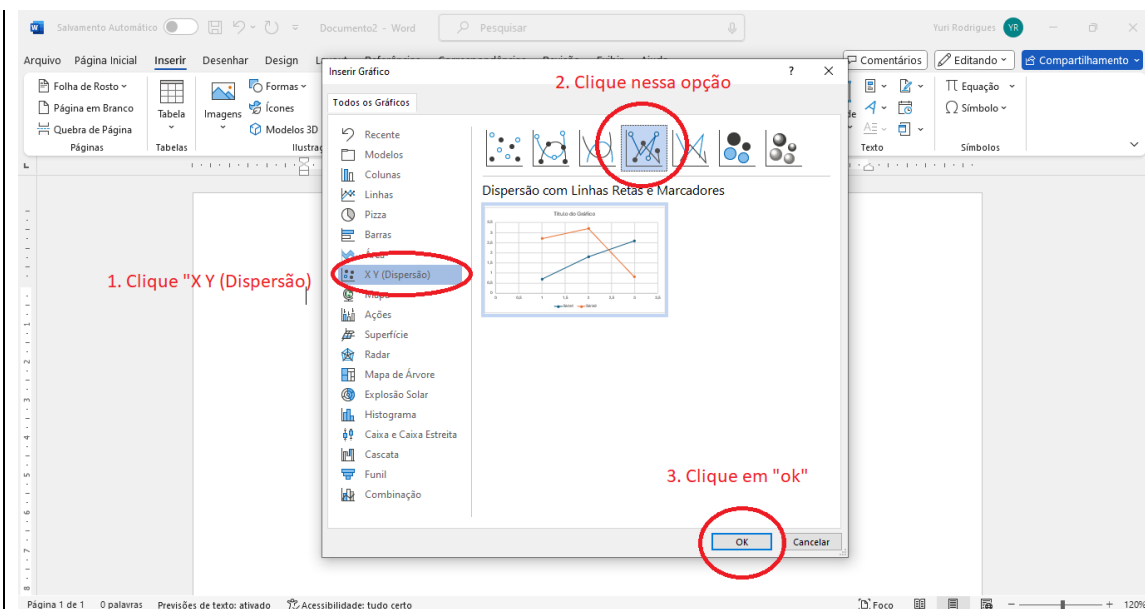
Passo 1 - Ligue o computador, abra uma página em branco do Word e clique em “Inserir”.



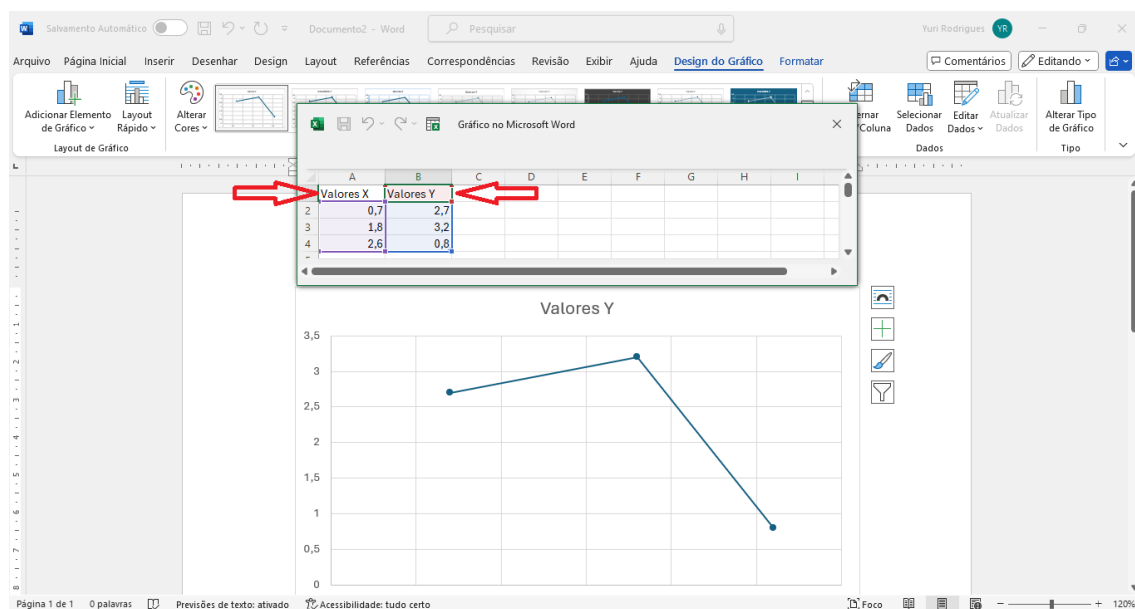
Passo 2 – Clique na opção “gráfico”. Em seguida vai surgir um caixa com o nome “Inserir gráficos”.



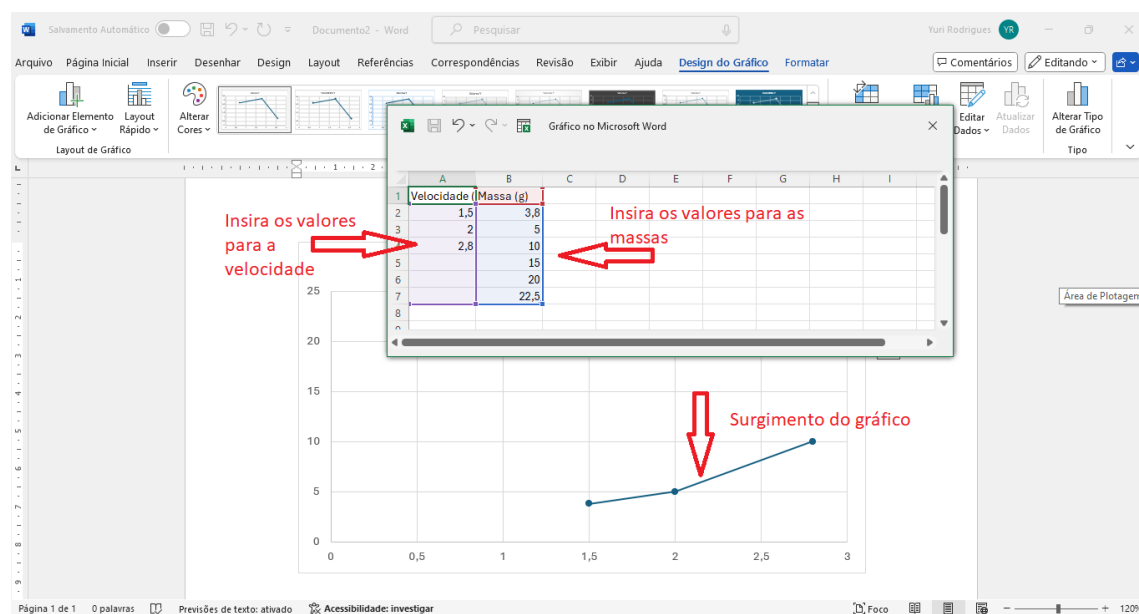
Passo 3 – Em seguida, clique na opção “X Y (Dispersão)”, depois clique em “Dispersão com Linhas Retas e Marcadores” e depois em “OK”.



Passo 4 – Surgirá uma nova caixa para inserir os dados. Apague o nome “Valores X” e coloque a palavra “Velocidade (m/s)”. Em seguida, apague o nome “Valores Y” e coloque a palavra “Massa (g)”.



Passo 5 – Logo abaixo, insira os valores que foram capturados pelo tubo de ar para velocidades e massas em seus respectivos espaços. O Gráfico surgirá automaticamente.



QUESTÃO ÚNICA. Faça uma análise sobre os valores das constantes de fluxo de ar observando o gráfico que foi produzido por você logo após concluir o passo a passo.

Apêndice I - Questionário Avaliativo (QA)

LOGO DA ESCOLA	NOME DA ESCOLA		
	Aula 08		
	Questionário Avaliativo		
	Série/Turma: _____	Turno: _____	Data: ____/____/____
	Professor: _____		
	Componente curricular: _____		
	Aluno: _____		
INSTRUÇÕES			
Responda o Questionário Avaliativo em sala de aula.			
Entregue esse questionário ao professor ao final da aula.			

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

QUESTÃO 1. Você achou o tema das aulas interessante?

- a) ☐ Muito interessante.
- b) ☐ Interessante.
- c) ☐ Pouco interessante.
- d) ☐ Nada interessante.

QUESTÃO 2. As explicações do professor foram claras?

- a) ☐ Sempre claras.
- b) ☐ Na maioria das vezes claras.
- c) ☐ Às vezes confusas.
- d) ☐ Sempre confusas.

QUESTÃO 3. As atividades práticas ajudaram a entender melhor o conteúdo?

- a) ☐ Ajudaram muito.
- b) ☐ Ajudaram um pouco.
- c) ☐ Não ajudaram muito.
- d) ☐ Não ajudaram em nada.

QUESTÃO 4. O tempo de cada aula foi suficiente para entender os assuntos?

- a) ☐ Sempre suficiente.
- b) ☐ Geralmente suficiente.
- c) ☐ Pouco suficiente.
- d) ☐ Insuficiente.

QUESTÃO 5. Você conseguiu se concentrar e participar bem das aulas?

- a) ☐ Sim, o tempo todo.
- b) ☐ Sim, na maior parte do tempo.
- c) ☐ Só às vezes.

d) (☐) Não consegui.

QUESTÃO 6. O material utilizado (vídeos, imagens, experimentos) foi útil para o seu aprendizado?

a) (☐) Muito útil.

b) (☐) Útil.

c) (☐) Pouco útil.

d) (☐) Inútil.

QUESTÃO 7. Você se sentiu motivado(a) a aprender durante essa sequência de aulas?

a) (☐) Muito motivado(a).

b) (☐) Motivado(a).

c) (☐) Pouco motivado(a).

d) (☐) Nada motivado(a).

QUESTÃO 8. Você gostaria que mais aulas fossem feitas com esse tipo de abordagem?

a) (☐) Com certeza.

b) (☐) Talvez.

c) (☐) Pouco provável.

d) (☐) Não.

QUESTÃO 9. O conteúdo foi relacionado com situações do dia a dia de forma interessante?

a) (☐) Sim, totalmente.

b) (☐) Sim, em parte.

c) (☐) Pouco.

d) (☐) Não.

QUESTÃO 10. De forma geral, como você avalia essa sequência de aulas?

a) (☐) Excelente.

b) (☐) Boa.

c) (☐) Regular.

d) (☐) Ruim.

Apêndice J - Gabaritos

GABARITO – QUESTIONARIO I									
1. a	2. c	3. b	4. e	5. c	6. a	7. b	8. c	9. b	10. a

GABARITO – QUESTIONÁRIO II									
1. a	2. c	3. b	4. e	5. c	6. a	7. b	8. c	9. b	10. a

GABARITO – EXERCÍCIO 1				
1. a	2. b	3. e	4. c	5. d

GABARITO - EXERCÍCIO 2				
1. c	2. a	3. b	4. b	5. d

GABARITO – EXERCÍCIO 3				
1. c	2. b	3. d	4. e	5. c

GABARITO – EXERCÍCIO 4				
1. c	2. d	3. b	4. c	5. b

GABARITO - QUESTÃO ÚNICA

Devemos aceitar como resposta correta dos alunos a análise e descrição das imagens formadas pelos gráficos devido a inserção dos dados previamente colhidos da observação do funcionamento do tubo de vendo com as bolinhas Roll on. Esperamos que surja um padrão de valores próximo para as constantes de fluxo K. Peça para que os alunos, após a adição das respostas no espaço destinado no final da folha passo a passo, comentem e comparem as respostas a fim de ver as semelhanças e as discrepâncias das respostas encontradas.