

## APÊNDICE C

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL  
EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**Material de apoio para aplicação do produto Desenvolvido a partir do tema:  
PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA O ENSINO DA INÉRCIA NO  
ENSINO MÉDIO UTILIZANDO OS CONCEITOS DE EQUILÍBRIO DOS CORPOS.**

Frederico Jordão Montijo da Silva

BRASÍLIA - DF  
2015

## INTRODUÇÃO

O planejamento das aulas é uma das etapas mais importantes no processo de ensino e aprendizagem, principalmente para o professor. Mesmo que ele tenha segurança do conteúdo que será abordado, é importante que esteja sempre atualizado e que revise suas práticas. Nem sempre as turmas têm o mesmo andamento ou o mesmo interesse. É preciso sempre estar atento às especificidades de cada uma delas.

O plano de aula é um instrumento que auxilia na organização e sistematização dos conteúdos, auxiliando e facilitando a implementação de novas metodologias e maneiras de avaliar os estudantes.

É importante lembrar que o plano de aula não é nem pode ser imutável. Cabe ao professor alterá-lo a medida em que percebe situações ou pequenos detalhes durante as aulas que facilitam ou dificultam a aprendizagem dos estudantes, buscando o aumento na qualidade e eficiência das aulas.

O presente plano de aula foi elaborado como parte do produto educacional desenvolvido durante uma pesquisa de mestrado. O plano foi desenvolvido para ser aplicado para os estudantes do primeiro ano do Ensino Médio e prevê a utilização de 10 aulas de cinquenta minutos cada, sendo importante ter ao menos duas dessas aulas condensadas para uma aula de 100 minutos a fim de otimizar o desenvolvimento da atividade experimental prevista na aula 03.

Conforme citado anteriormente, este produto serve como norteador para futuras aulas, podendo ser adaptado conforme as especificidades locais possam exigir.

Para dar suporte a essa pesquisa, optou-se pela utilização da Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel, dada a significância de suas ideias para a idealização, desenvolvimento e aplicação deste trabalho.

Em resumo, a aprendizagem significativa é um conceito que, segundo Ausubel (2000), relaciona a aprendizagem de novos conceitos conectando-os a conceitos previamente estabelecidos na mente do indivíduo. O fator mais importante

no processo de aprendizagem é aquilo que o sujeito já sabe e que a aprendizagem se utilize desse conhecimento prévio. A aprendizagem de um sujeito é significativa se o novo conhecimento se enraíza na estrutura cognitiva do ser de maneira não-arbitrária, isto é, plausível, não-aleatória, que possibilita uma relação lógica com outros conceitos e ideias. Sendo assim, esse processo se torna único para cada indivíduo, pois cada um tem um sistema cognitivo único.

## PLANO DE AULA

### Aula 01

Assunto: Aplicação de pré-teste

Objetivo: Coletar informações sobre os conhecimentos prévios dos estudantes para utilizá-las na elaboração das aulas seguintes.

Tempo: 50 minutos.

Recursos didáticos: Pré-testes impressos ou utilizar programas de computador que auxiliem na realização e, principalmente, na correção do teste com correções automáticas para gerar dados como a quantidade de respostas por alternativa.

Procedimentos: Tranquilizar os estudantes para que o teste seja realizado de maneira honesta e tranquila. Uma avaliação não requer, necessariamente uma nota. O objetivo é verificar o que os estudantes sabem sobre o assunto a ser abordado nas próximas aulas, por isso também é importante pedir para que eles evitem escolhas aleatórias para as respostas, mas que estas sejam fruto da reflexão sobre cada assunto abordado.

Caso o pré-teste seja aplicado em mais de uma turma, o melhor a fazer é obter o apoio da coordenação da escola e aplicá-lo simultaneamente em todas as turmas para evitar algum tipo de compartilhamento de informações.

Incentivar os estudantes a não deixar perguntas sem respostas. Que o importante é conhecer o pensamento dos estudantes, mesmo que ele ache que está errado, deve escrever uma resposta.

### Aula 02: Inércia

Assunto: Introdução à Inércia

Objetivos: Identificar a existência de diferentes tipos de resistências e relacioná-las a diferentes alterações no movimento.

Inferir que a ausência de resistências resultaria em um movimento contínuo.

Compreender o conceito de Inércia associado ao repouso e ao movimento retilíneo e uniforme.

Tempo: 100 minutos

Recursos didáticos: Quadro-branco, pincéis para quadro-branco, projetor e computador.

Procedimentos: A aula deve ser iniciada com pequenos experimentos demonstrativos: empurrar uma cadeira e uma mesa, lançar uma caneta verticalmente para cima deixando-a cair no chão e lançar uma caneta obliquamente deixando-a cair no chão.

Questionar e provocar a turma escrevendo no quadro a pergunta: “O que todos esses movimentos tem em comum?” Após a participação de vários indivíduos concluir que é o estado de repouso ao final de cada movimento.

Continuar a questionar a turma com outras três perguntas: “Será que é sempre assim? Os corpos sempre param? Por que os objetos param um pouco depois de terem sido empurrados?”

A intenção é que haja uma troca de ideias entre os estudantes e também com o professor. Caso isso não ocorra, mesmo com a motivação do professor, o mesmo deve fornecer algumas alternativas.

Criar uma questão de múltipla escolha no quadro, utilizando as respostas dos estudantes (reformuladas com o auxílio do professor) como alternativas, no mesmo estilo da primeira questão do pré-teste, já respondido por eles. Caso uma das alternativas não seja o gabarito o professor deve acrescentar o gabarito como uma das alternativas. Sugere-se que isso seja feito de forma descontraída para não causar a impressão de que a alternativa do professor deve ser a correta.

Perguntar novamente a turma sobre o motivo de os objetos tenderem ao repouso e registrar as respostas dadas pelos aprendizes. A questão fica anotada no quadro para ser feita novamente aos estudantes nos minutos finais da mesma aula.

As respostas dadas servem como uma valiosa informação sobre o modo de

pensar da turma sobre o assunto e devem ser utilizadas como guia para as abordagens seguintes.

Em seguida propor um experimento mental em que a resistência ao movimento diminua cada vez mais. Os estudantes devem imaginar uma pista bem grande, plana e horizontal feita de areia e que uma esfera (uma bola de boliche) seja jogada sempre com a mesma força nessa pista. Após a explicação questionar: “O que acontece após o lançamento da esfera?” Os estudantes costumam responder que ela irá parar rapidamente. Elaborar um desenho no quadro representando a trajetória da esfera com um segmento de reta curto. Em seguida pedir para os estudantes trocarem a pista de areia por uma pista de terra e repetir o restante do procedimento. Novamente trocar a pista de terra por uma de asfalto, o asfalto por madeira, a madeira por madeira encerada e esta última por madeira encerada e com óleo. Ao desenhar as trajetórias no quadro, os segmentos de reta vem ficar cada vez maiores.

Questionar por qual motivo a esfera está indo cada vez mais longe. A resposta esperada surge quando os estudantes falar sobre a mudança na resistência.

Para deixar mais evidente para todos que ocorre uma mudança na resistência do solo, perguntar qual pista tem a maior resistência e o que acontece com o movimento da esfera na medida em que a resistência diminui. Espera-se que os estudantes relacionem o aumento na duração (ou alcance) do movimento com a diminuição da resistência da pista, alcançando um dos objetivos da aula.

Definir atrito como uma força de resistência ao movimento. Apesar da definição estar incompleta, ela é suficiente para a compreensão e poderá tratada com mais detalhes em outro momento do curso.

Após a definição de força de atrito utilizar novamente a questão de múltipla escolha sobre o movimento dos corpos que estava anotada no quadro e registrar novamente as respostas. Nesse momento espera-se uma mudança na escolha de vários alunos quanto as respostas.

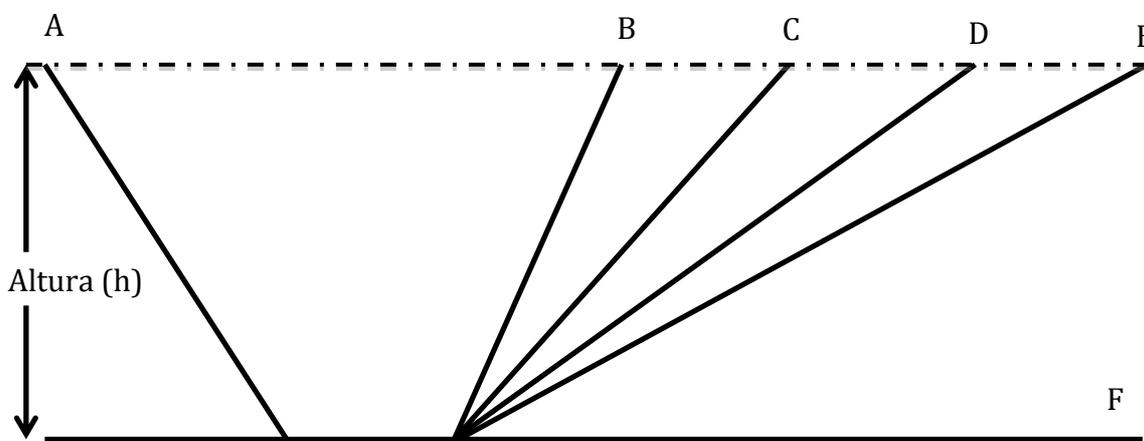
Chega o momento dos questionamentos mais importantes da aula: “E se a

pista não tivesse resistência alguma? O que aconteceria com a esfera se não houvesse atrito entre ela e a pista?”

Mediar a argumentação e o debate entre os estudantes ouvindo suas ideias e, quando estiverem incorretas do ponto de vista científico, auxiliá-los com intermediações para que o raciocínio correto se forme.

Em seguida deve-se apresentar o experimento conhecido como plano inclinado de Galileu utilizando o esquema conforme a figura 1 a seguir:

**Figura 1 – Esquema do experimento do Plano Inclinado de Galileu.**



Fonte: Elaboração própria

Iniciar o desenho apenas com os planos **A** e **B**. Em seguida desenhar uma esfera no alto do plano **A** que será abandonada (mentalmente) e subirá a uma mesma altura no plano inclinado **B**. Em seguida desenhar o plano inclinado **C** e repetir o experimento. Repetir o procedimento para os planos **D** e **E** e argumentar que a ideia é ir diminuindo gradativamente a inclinação até se chegar ao plano horizontal **F**.

Nesse momento deve-se comparar esse experimento com o experimento anterior da pista com diminuição gradativa da resistência dos planos para auxiliar os estudantes a relacionar os dois e compreenderem, ou ao menos visualizarem a ideia de movimento perpétuo quando não houver resistências. Com isso mais um objetivo da aula pode ser alcançado.

Após todas essas informações espera-se que os estudantes consigam

compreender o conceito de Inércia. Sendo assim, esse é o momento para apresentar essa definição. Para isso, escreve-se no quadro: Inércia: É a tendência dos corpos em permanecer em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme.”

Essa definição incompleta é proposital e cabe a pergunta aos estudantes se a definição faz sentido para eles. É esperado que a maioria concorde, mas deve-se incentivá-los escrevendo no quadro: “Inércia é a tendência dos corpos em permanecer em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme a não ser que...”. Neste momento as opiniões dos estudantes devem ser ouvidas para que se possa completar a frase com o consentimento da turma em uma construção conjunta: “Inércia é a tendência dos corpos em permanecer em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme a não ser que uma força mude isso.” Assim espera-se alcançar último objetivo da aula.

Uma maneira de verificar a eficácia da aula é avaliar uma terceira vez a questão de múltipla escolha elaborada e escrita no quadro sobre o motivo de um objeto parar após ser empurrado e novamente registrar as respostas. Um aumento significativo no número de respostas corretas é esperado. Caso isso não ocorra, é um bom indício de que os conceitos vistos durante a aula precisam ser revistos para uma melhor compreensão.

Um último recurso a ser utilizado é a exibição de um vídeo em que uma toalha é puxada da mesa sem derrubar os objetos sobre ela. É uma maneira de demonstrar que o experimento é real, incentivar os estudantes a reproduzi-lo com cautela e também para terminar a aula de forma mais descontraída.

### **Aula 03**

Assunto: Atividade experimental sobre a Inércia

Objetivos: Consolidação dos conceitos associados à Inércia.

Aplicar os conceitos relativos à Inércia em diferentes contextos.

Aprender a lidar com as diferenças em uma atividade feita em grupo.

Tempo: 100 minutos

Recursos didáticos: Laboratório de Física com bancadas (na ausência de um, o experimento pode ser executado no chão da sala), aparato experimental contido no roteiro da atividade (Apêndice B), roteiro de atividade impresso (Apêndice B). Essa atividade utilizou o aparato experimental descrito por Pimentel (1995).

Procedimentos: Na aula anterior a esta os estudantes devem ser informados que haverá uma atividade experimental em laboratório e que a mesma será avaliativa e abordará a Primeira Lei de Newton.

No início da aula, divida os estudantes em grupos de 3 a 4 componentes cada (isso pode variar de acordo com o número de estudantes por sala). Feita essa divisão converse um pouco sobre as regras gerais de segurança e postura em um laboratório.

Em seguida distribua para cada grupo um *kit* contendo o dispositivo chamado de disco flutuante, uma bexiga de borracha e um roteiro de atividades. Alerta os estudantes que o roteiro deverá ser devolvido preenchido pois a atividade é avaliativa.

Explique aos estudantes que o roteiro foi elaborado de forma a dar a eles mais autonomia e que, em um primeiro momento, eles deveriam tentar realizar o experimento sem auxílio, mas sempre se disponha a ajudar.

Se for o caso, auxilie alguns grupos na montagem do experimento e mostre que torcer a boca da bexiga após enchê-la facilita sua colocação no tubo.

Por último, derrame talco sobre as bancadas sem mencionar a razão dessa atitude. Deixe que eles pensem sobre tudo.

A medida em que os estudantes forem evoluindo no experimento auxilie com sugestões e indicações de respostas, sempre evitando respostas exatas.

Conforme escrito anteriormente, o roteiro foi elaborado de forma a dar autonomia aos estudantes. Cabe ao professor apenas auxiliar e ser mediador em alguns momentos, sendo o estudante o principal ator nesse tipo de atividade.

## **Aula 04**

Assunto: Entrega e correção dos roteiros de atividade experimental.

Objetivo: Corrigir em sala o roteiro de atividades do laboratório.

Esclarecer dúvidas quanto aos erros cometidos no roteiro.

Tempo: 50 min

Recursos didáticos: Roteiros de laboratório corrigidos, quadro-branco e pincéis para quadro-branco.

Procedimentos: Entregar os roteiros corrigidos e comentar questão por questão para que os estudantes tenham a oportunidade de revisar a nota, assim como compreender o motivo da falha e corrigi-la, tanto no roteiro quanto em seus processos cognitivos.

## **Aulas 05**

Assunto: Segunda Lei de Newton

Objetivos: Compreender as alterações no estado de movimento de um objeto causada por uma força.

Identificar a massa como a medida da inércia dos objetos.

Interpretar o significado de Força Resultante.

Tempo: 100 minutos.

Recursos didáticos: Quadro-branco, pincéis para quadro-branco.

Procedimentos: Iniciar a aula com a retomada do que foi abordado na aula anterior por meio de perguntas do conteúdo visto.

Anotar novamente no quadro a definição de Inércia com a ajuda dos estudantes enunciando-a como a primeira Lei de Newton: “Inércia é a tendência dos corpos em permanecer em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme a não ser que uma força altere seu estado.”

Questionar os estudantes para explicar o que está escrito no quadro, ou seja, o que significam aquelas palavras. Uma boa participação de vários indivíduos é esperada neste momento e deve-se interferir no processo resumir as ideias e escrevendo: “Isso significa que se um objeto estiver parado e uma força atuar nele, ele irá entrar em movimento e que, se um objeto estiver em Movimento Retilíneo e Uniforme (MRU) e uma força atuar nele a velocidade irá se alterar.”

É provável que alguns indivíduos argumentem que se um corpo em movimento recebe uma força ele deveria parar. O exemplo de uma bola rolando em direção ao gol e sendo chutada na mesma direção e mesmo sentido pode auxiliar a modificar essa visão equivocada de alguns. Pretende-se desconectar a ideia de que uma força sempre irá fazer um objeto em movimento parar.

Completar a sentença escrita anteriormente: “Isso significa que se um objeto estiver parado e uma força atuar nele, ele irá entrar em movimento e que, se um objeto estiver em MRU e uma força atuar nele a velocidade irá se alterar, ou seja, se o corpo estiver parado e houver uma força ele entra em movimento e se ele estiver em movimento e houver uma força sua velocidade irá variar, podendo até chegar a parar.” O primeiro objetivo da aula foi alcançado.

Prosseguindo a aula, deve-se perguntar aos estudantes qual grandeza física está implícita na frase anterior escrita no quadro. Respostas variadas são esperadas e provavelmente respostas que contêm força e velocidade irão aparecer. Caso ninguém mencione, cabe ao professor mediar o momento e responder falando sobre a aceleração, pois esta é a taxa de variação da velocidade com o tempo. A intenção é relacionar a Primeira Lei de Newton com a necessidade de relacioná-la às grandezas aceleração e força.

Neste momento deve-se comentar sobre a necessidade de explicar de como a alteração do estado de movimento retilíneo e uniforme ou de repouso ocorre. Se é possível medir a resistência de um objeto a essas mudanças, ou seja, medir a inércia de um objeto.

Observações de aulas em anos anteriores mostraram ao elaborador deste plano de aula que a maioria dos estudantes não acha possível medir a Inércia de um objeto. Independentemente dessa observação uma prática simples ajudará na

compreensão.

Colocar um pincel para quadro branco sobre a mesa e dê um peteleco primeiramente na mesa. Pergunte o que aconteceu com a mesa. A resposta esperada é: nada aconteceu. Então afirmando que o peteleco tem sempre a mesma intensidade, a mesma força, dar um peteleco no pincel de maneira que este se moverá até sair da mesa e cair no chão (caprichar no peteleco). Perguntar a turma se a tendência ao repouso de ambos é a mesma. Espera-se que a maioria concorde que não e constate que a tendência da mesa é maior que a do pincel. Perguntar novamente se é possível medir a Inércia de um objeto. Espera-se que com esse exemplo eles sejam capazes de associar essa medida à massa, que quanto maior a massa, maior é essa tendência ao repouso.

Para evitar uma associação de inércia unicamente ao estado de repouso (o que seria concordar com Aristóteles) recomenda-se a utilização de outro exemplo. Pedir para os estudantes imaginarem uma criança de 4 anos de idade correndo a uma velocidade de 5 km/h e pulando para abraçá-los. A maioria deve concordar que é capaz de segurar a criança e permanecer de pé em repouso. Então utilizar o mesmo exemplo, porém sendo uma pessoa com bastante massa e conhecida dos estudantes no lugar da criança. Espera-se que os estudantes concordem que a tendência da pessoa de maior massa em continuar em movimento é bem maior que a tendência da criança em fazer o mesmo. Nesse ponto o segundo objetivo da aula é alcançado.

Retomar a ideia da importância de explicar como ocorre a mudança no estado de repouso ou de MRU dos objetos e de medir a inércia e defina a Segunda Lei de Newton como: " $F_r = m.a$ ", detalhando que  $m$  se trata da massa, medida em quilogramas, que  $a$  é a aceleração, medida em  $m/s^2$  e que  $F_r$  se tratava da força resultante. Comente que essa lei é conhecida como o princípio fundamental da Dinâmica.

Definir a unidade de medida para a força como sendo  $kg.m/s^2$  utilizando a análise dimensional e que esta unidade de medida pode ser substituída por Newton (N) como uma homenagem às contribuições desse cientista para os estudos da mecânica.

Em seguida explicar que Força resultante é o resultado da soma de todas as forças que atuam em um corpo. Que é possível trocar todas as forças que atuam em um corpo por uma única força equivalente e esta é a força resultante.

Montar alguns exemplos no quadro para melhorar a compreensão de força resultante. No primeiro exemplo colocar duas forças horizontais e no mesmo sentido atuando em um objeto. No segundo, que duas forças estejam na mesma direção, mas em sentidos contrários. Nos demais exemplos apenas aumentara quantidade de forças, mas mantenha o padrão de forças na mesma direção alternando apenas o sentido, pois a preocupação nesse momento não é com operações vetoriais e sim com uma ideia mais simples e prática de força resultante.

A construção de gráficos também deve ser abordada durante a aula. Para essa etapa da aula, é preciso que os estudantes já tenham estudado gráficos e termos próprios como eixos, inclinação, taxa de variação, abscissa e ordenada.

Esboçar um gráfico com uma reta crescente da força resultante vs aceleração no quadro para poder analisar a dependência entre as grandezas dos eixos. Esboçar também no quadro, um gráfico com duas retas de inclinações diferentes em que uma das retas represente a mesa e a outra a caneta (objetos utilizados anteriormente para relacionar a massa com a Inércia). O objetivo deste último gráfico é de relacionara massa com a força e a aceleração.

Espera-se que os estudantes sejam capazes de perceber que a maior inclinação da reta significa uma maior massa do objeto no qual é aplicada a força e que uma mesma intensidade de força tem efeitos diferentes em massas distintas e que esse efeito é a aceleração. Além disso, a relação de proporcionalidade em que, para uma mesma força, a maior aceleração ocorre para a menor massa e que, para uma mesma massa, quanto maior a força maior é a aceleração também deve ser discutida.

Para finalizar a aula, exercícios do livro-texto devem ser indicados para serem resolvidos em sala de aula com o auxílio do professor atendendo aos aprendizes individualmente em suas carteiras.

## **Aula 06**

Assunto: Terceira Lei de Newton.

Objetivos: Compreender a Terceira Lei de Newton em diferentes contextos.

Conhecer a definição de vetor.

Associar a força a um vetor

Conhecer diferentes forças utilizadas na mecânica.

Tempo: 50 minutos

Recursos didáticos: Quadro-branco, pincéis para quadro-branco.

Procedimentos: Iniciar a aula com a correção dos exercícios propostos no final da aula anterior. Ao término da correção vale a pena retomar a Primeira e a Segunda Lei de Newton perguntando o que é Inercia e como é possível alterá-la. Reescrever a formulação matemática da Segunda Lei de Newton também é interessante neste momento.

Feito isto, propor a seguinte pergunta à classe: “ Quando uma força é aplicada a um objeto, apenas o objeto sente essa força ou que a aplicou também sente?” Deixar que os estudantes discutam suas ideias e agir como intermediador quando necessário. Evitar dar a resposta de maneira direta.

Para fornecer mais elementos ao debate pedir para que os aprendizes apertem com os dedos indicadores das mãos a ponta e a parte de trás de um lápis ou de uma caneta sem tampa com o objetivo de os estudantes sentirem maior incômodo no dedo que pressiona a ponta percebendo que, ao exercerem força em um objeto, sentiriam uma força contrária do objeto.

Questionar se é possível exercer uma força e não sentir as consequências dela de volta. Para evitar respostas apenas do tipo sim ou não, pedir um exemplo. Aqui o papel do professor é de sempre contra-argumentar, afinal a Terceira Lei de Newton é sempre válida (em referenciais inerciais).

Finalmente responder aos estudantes enunciando a Terceira Lei de Newton:

“As forças sempre ocorrem ao pares. Se uma força for exercida sobre um objeto, este objeto exercerá uma força contrária em você. Perceba que as forças SEMPRE atuam em corpos diferentes.”

Para avançar no estudo das Leis de Newton, apresentar a definição de vetor: “É uma maneira de representar grandezas vetoriais. Ele é composto de três informações: um módulo (intensidade, magnitude, valor), uma direção (horizontal, vertical) e um sentido (para onde a seta aponta, Norte, Sul, Leste, Oeste, etc).”

Criar um clima de suspense ao dizer que irá ensinar os estudantes a desenhar um vetor. Desenhar um vetor e notar se os estudantes compreenderam a brincadeira.

Colocar algumas grandezas vetoriais no quadro e represente-as com vetores. Ensinar a notação correta para vetor como sendo uma letra com uma pequena seta acima da letra e orientada para a direita. Desenhar vetores verticais tanto para cima quanto para baixo para explicar que a seta sobre a letra não indica o sentido do vetor, mas que é a notação correta a ser usada e que é uma convenção a seta estar sempre para a direita.

Para finalizar a aula, apresentar sem muito formalismo, algumas forças no quadro negro, dentre elas a força de tração, a força normal, a força de atrito e a força peso. O objetivo é fazer com que os estudantes já tenham um primeiro contato com essas forças que serão estudadas de maneira mais aprofundada em outro momento do curso.

## **Aula 07**

Assunto: Força Resultante.

Objetivo: Consolidar o conceito de força resultante.

Aplicar o conceito de força resultante em exercícios de sala de aula.

Tempo: 50 minutos.

Recursos didáticos: Quadro-branco, pincéis para quadro-branco.

Procedimentos: Definir novamente o conceito de força resultante como sendo o resultado (soma) de todas as forças que atuassem em um objeto. O professor explicou que nem sempre a soma seria mesmo uma soma, mas sim uma subtração, sem se preocupar com os rigores das operações vetoriais.

Escrever alguns exercícios no quadro com objetos de massas determinadas tendo diversas forças aplicadas e requisitando a força resultante, com módulo, direção e sentido, assim como a aceleração em cada caso. Os exercícios devem conter exemplos de forças de valores distintos com mesma direção e mesmo sentido, forças distintas em módulo com mesma direção e sentidos contrários tanto na vertical quanto na horizontal, e dois exercícios com duas forças perpendiculares, aproveitando a oportunidade para ensinar o cálculo da força resultante utilizando o Teorema de Pitágoras.

## **Aula 8**

Assunto: Equilíbrio dos corpos

Objetivo: Reelaborar a Primeira Lei de Newton utilizando os conceitos de equilíbrio.

Tempo: 50 minutos.

Recursos didáticos: Quadro-branco, pinceis para quadro-branco.

Procedimentos: Iniciar a aula escrevendo no quadro a definição de ponto material: “Um corpo é considerado um ponto material quando suas dimensões não interferem na análise do problema, ou seja, dimensões desprezíveis.” Em seguida dar alguns exemplos de situações em que os objetos podem ser tratados como pontos materiais, como a localização de um carro em um aparelho de GPS.

Perguntar a turma o que significa afirmar que um objeto está em equilíbrio. Como as ideias já serão conhecidas pelas informações obtidas no pré-teste, a pergunta funciona como motivadora para discussões em sala e trocas de informações e pensamentos.

Após um pequeno debate, escrever a definição de equilíbrio no quadro: “Um

corpo (ponto material) está em equilíbrio quando a força resultante sobre ele é nula (zero).”

Questionar os estudantes se eles já haviam ouvido falar em algo semelhante, sobre a força resultante ser nula. É esperado que ao menos um deles mencione a Segunda Lei de Newton associando a definição de equilíbrio a esta lei de alguma forma. Caso isso não ocorra, cabe ao professor fazê-lo.

Deve-se instigar a turma com mais perguntas. O diálogo a seguir é um exemplo real que ocorreu em uma das aulas em que este plano de aula foi aplicado. Esse diálogo é apenas motivador, para que se saiba qual rumo deve ser tomado nesse momento da aula.

Professor: O que significa dizer que a força resultante é nula?

Estudantes: Que a força resultante é zero.

Professor: E o que significa dizer que a força é zero?

Estudantes: Que não tem nenhuma força.

Professor: Força resultante igual a zero significa que nenhuma força está sendo aplicada?! Lembrem-se do conceito de força resultante. Olhe aí no caderno de vocês.

Estudantes: Sim. Não. Que a soma delas é zero.

Professor: E quando a força é zero, o que mais também vale zero.

Estudantes: A aceleração.

Professor: E se a aceleração é zero como está o objeto?

Estudantes: Parado.

Professor: E o que afirma a Primeira Lei de Newton?

Estudantes: Um corpo tende a permanecer em repouso ou em MRU a não ser que uma força atue sobre ele.

Professor: E se não houver força atuando como o objeto vai ficar.

Estudantes: Parado ou em MRU.

Professor: E o que significa afirmar que um objeto está em equilíbrio?

Estudantes: Que a força resultante é zero.

Professor: E se a força resultante é zero como está o objeto?

Estudantes: Em equilíbrio.

Em seguida deve-se enunciar a Primeira Lei de Newton novamente, porém de maneira completa, diferente das anteriores: “Um objeto em repouso tende a permanecer em repouso e um objeto em movimento retilíneo uniforme tende a permanecer em movimento retilíneo e uniforme a não ser que uma força resultante diferente de zero atue sobre ele.”

Retomar a ideia de que um objeto se encontra em equilíbrio quando a força resultante sobre ele é nula e que, de acordo com a Primeira Lei de Newton, isso significa que o corpo deve estar em repouso ou em MRU.

Utilizando essas informações, definir os conceitos de equilíbrio estático e dinâmico, associando o repouso ao equilíbrio estático e o MRU ao equilíbrio dinâmico.

Descrever alguns exemplos de situações que abordavam os dois tipos de equilíbrio.

Após essa associação, pedir para os estudantes reescreverem a Primeira Lei de Newton utilizando o conceito de equilíbrio. Após alguns minutos, pedir para que alguns estudantes leiam o que escreveram e argumentar com a turma sobre cada enunciado lido, destacando os pontos corretos e corrigindo os incorretos.

Por fim, enunciar a Primeira Lei de Newton escrevendo no quadro: “Um corpo em equilíbrio permanece em equilíbrio a não ser que uma força resultante diferente de zero atue sobre ele.”

Ao término da aula, avisar as turmas que na aula seguinte será feita uma avaliação e que esta era a mesma que eles já haviam feito anteriormente (o pré-teste). Vale ressaltar que o pré-teste deve ter sido corrigido, mas não deve ser entregue até então.

A intenção desse aviso é de tranquilizá-los com respeito a avaliação, para que esta não seja motivo de grandes preocupações. Entretanto, alguns professores

podem discordar desse aviso. É recomendado que, neste caso, simplesmente avisem as turmas sobre a realização de uma avaliação.

### **Aula 9: Aplicação do pós-teste.**

Assunto: Aplicação do pós-teste.

Objetivo: Coletar informações sobre os conhecimentos adquiridos após as aulas e poder compará-los com os dados obtidos no pré-teste para verificar a evolução das turmas.

Tempo: 50 minutos.

Recursos didáticos: Pós-testes impressos ou utilizar programas de computador que auxiliem na realização e, principalmente, na correção do teste com correções automáticas para gerar dados como a quantidade de respostas por alternativa.

Procedimentos: Tranquilizar os estudantes para que o teste seja realizado de maneira honesta e tranquila e que nele não há pegadinhas, apenas que eles escrevam ou escolham alternativas de acordo com o que sabem.

Caso o pós-teste seja aplicado em mais de uma turma, o melhor a fazer é obter o apoio da coordenação da escola e aplicá-lo simultaneamente em todas as turmas para evitar algum tipo de compartilhamento de informações.

Após a correção dos testes, devolver no mesmo momento tanto o pré-teste quanto o pós-teste para que os estudantes possam comparar suas respostas e tirar conclusões proveitosas desta análise.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AUSUBEL, D.P. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva. Paralelo: Lisboa, 2000.

PIMENTEL, Jorge Roberto. Laboratório caseiro: O princípio da inércia usando um disco flutuador. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 12, n. 2, p. 150-151, 1995.