

MNPEF

**Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física**



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI

**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL NO ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
PRODUTO EDUCACIONAL**

**SEQUENCIA DIDÁTICA: ESTUDO DOS MOVIMENTOS SUJEITOS A AÇÃO DA
GRAVIDADE USANDO O SOFTWARE TRACKER.**

Autor: Josenildo de Souza Silva

Orientador: Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho

Teresina, fevereiro de 2019

Josenildo de Souza Silva

SEQUENCIA DIDÁTICA: ESTUDO DOS MOVIMENTOS SUJEITOS A AÇÃO DA GRAVIDADE.

Produto Educacional apresentado junto a Universidade Federal do Piauí e a Sociedade Brasileira de Física como parte integrante do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Orientador: Dr Francisco Ferreira Barbosa Filho

Teresina, fevereiro de 2019

Apresentação

O estudo dos movimentos oblíquos e dos movimentos horizontais em física é tido como complexos pela maioria dos estudantes devido ao fato de não entenderem a bidimensionalidade desses movimentos. Muitos não entendem como todo lançamento ao mesmo tempo em que é vertical, também é horizontal. **Uma sequência didática para o ensino aprendizagem dos lançamentos horizontais e oblíquos utilizando o software tracker** é um produto educacional que reúne elementos simples que levam o estudante a compreender melhor como a física explica esses conceitos.

Abordar esse tema de forma diferenciada e com o máximo de recursos disponíveis é de suma importância devido à dificuldade encontrada pelos estudantes no aprendizado do estudo dos movimentos. E utilizando o Tracker o professor faz uso de imagens cotidianas, mesmo as da sala de aula, para que, de forma simples e objetiva, esses conceitos sejam esclarecidos, além de ser um excelente canal de interação com as novas tecnologias.

A sequência didática foi desenvolvida em, no primeiro momento, apresentação e aplicação do teste diagnóstico (pré-teste); em seguida, apresentação e leitura de um texto sobre dinâmica dos movimentos e, por conseguinte, uma breve apresentação e aplicação do software Tracker; depois em desenvolvimento, por parte dos alunos, de experimentos relacionados aos movimentos horizontal e oblíquo utilizando o software em questão e, por fim, reaplicação do teste diagnóstico (pós-teste).

Dessa forma, além de proporcionar uma nova maneira de interação com as tecnologias educacionais, essa sequência didática pretende oferecer aos professores, ao trabalhar lançamentos, uma alternativa à tradicional forma de apresentação desse tema em sala de aula.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVOS.....	7
2.1. GERAL	7
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	7
3.1 PRIMEIRO MOMENTO: (Testando o conhecimento prévio dos alunos).....	8
QUESTIONÁRIO (TESTE DIAGNÓSTICO).....	8
3.2 SEGUNDO MOMENTO (Leitura e discussão: Texto sobre movimento)	12
TESTE DIAGNÓSTICO DE PENSAMENTO ARISTOTÉLICO.....	15
3.3 TERCEIRO MOMENTO (Alguns experimentos simples sobre movimento)	18
ROTEIRO SUJGESTIVO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL.....	19
3.3.1 PRÁTICA EXPERIMENTAL SOBRE LANÇAMENTOS HORIZONTAL E OBLÍQUO.	19
3.3.1.1 INTRODUÇÃO.....	19
3.3.2 LANÇAMENTO HORIZONTAL.....	Erro! Indicador não definido.
DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA USADA PARA O ESTUDO.....	24
3.4 QUARTO MOMENTO (Apresentando o tracker aos alunos).....	24
3.5 QUINTO MOMENTO (De volta ao momento inicial)	25
4. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	25
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

Segundo orientação dos PCN, o ensino de Física no ensino médio deve ter significado, possibilitando ao egresso, independente se vai continuar atuar com Física ou não, aplicar os conhecimentos adquiridos na sua vida cotidiana:

A presença do conhecimento de Física na escola média ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCN. Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda assim terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem. (PCN)

O conteúdo referente ao estudo dos movimentos está inserido na subárea Mecânica uma divisão dos conteúdos de Física, e que segundo a grade curricular do ensino médio, deve ser contemplado na primeira série do ensino médio. O estudo relacionado aos movimentos dos corpos (damos ênfase principalmente ao movimento de corpos sujeitos a ação do campo gravitacional terrestre) envolve uma série de elementos que remetem a uma investigação bem ampla, ou seja, precisamos compreender o processo histórico de construção e elaboração desse conhecimento. Buscando referências ao longo da história, encontramos nas obras do grego Aristóteles uma base sólida de conceitos sobre o estudo dos movimentos. Segundo o mesmo: “todas as coisas na Natureza tem seu lugar natural, por exemplo; é natural que um corpo cuja sua constituição seja a Terra tenha movimento descendente, enquanto outros tenham o ar como constituinte, tenha um movimento ascendente.” E essa concepção definiu de certa forma o comportamento a respeito do movimento naquela época. Os quatro elementos, das quais todas as coisas na natureza eram compostas, são Terra, Água, Ar e Fogo, (aqui se deve ter cuidado ao colocar a palavra natureza). Segundo Lucas Angioni, Aristóteles definiu a natureza como princípio interno de movimento ou repouso e reconheceu dois princípios desse tipo, a forma e a matéria. Ainda segundo Lucas Angioni: Aristóteles jamais duvida da existência de uma necessidade “sem mais” pela qual se dão os movimentos da matéria elementar. Para Aristóteles, no mundo sublunar o movimento espontâneo em sua essência se dar, de cima para baixo (Terra e Água) e para cima (Fogo e Ar). O movimento no sentido contrário desses elementos é dito corrupto ou violento.

No que diz respeito ao novo ensino médio, o estudo dos movimentos tem olhar especial, pois trata da realidade cotidiana, no entanto merece atenção por que é marcante a presença equivocada de ideias dissociadas entre o senso comum e o conhecimento científico. Segundo os PCN, não podemos deixar de investigar, interpretar gráficos e relacionar os conhecimentos sobre movimento no cotidiano. Assim:

“Assim, o espaço tradicionalmente demarcado pela Mecânica passa a ser associado às competências que permitem, por exemplo, lidar com os movimentos de coisas que observamos, identificando seus “motores” ou as causas desses movimentos, sejam carros, aviões, animais, objetos que caem, ou até mesmo as águas do rio ou o movimento do ar. Nessa abordagem, a Mecânica permite desenvolver competências para lidar com aspectos práticos, concretos, macroscópicos e mais facilmente perceptíveis, ao mesmo tempo em que propicia a compreensão de leis e princípios de regularidade, expressos nos princípios de conservação. Fornece, também, elementos para que os jovens tomem consciência da 18 evolução tecnológica relacionada às formas de transporte ou do aumento da capacidade produtiva do ser humano. E, para explicitar essas ênfases, o estudo dos movimentos poderia constituir-se em um tema estruturador.” (PCN)

Nesse sentido é motivador trabalhar com o conteúdo movimento usando como ferramenta modificadora, o software tracker, que dá um dinamismo ao professor e aluno no sentido de interpretar tabelas, gráficos e equações tendo em vista que a participação do aluno se torna imprescindível, ou seja, só faz sentido trabalhar, na sala de aula, com tal instrumento se o aluno estiver manuseando de maneira participativa o software. Nesse sentido, propomos aqui como Produto Educacional uma Sequência Didática (focada no software tracker) que, segundo COBASHIGAWA (et. Al. 2008), pode ser definida como um “conjunto de atividades, estratégias e interações planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes”. Entendemos que trata de um produto que permite uma interação construtiva ente aluno e professor bem como o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, características observadas nas teorias de Vygotsky e Ausubel. Segue a descrição da Sequência Didática aqui proposta.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

O objetivo geral desta sequência didática é oferecer ao professor de Física uma sequência de atividades que permita trabalhar o conteúdo de mecânica com alunos do ensino médio, despertando nestes uma visão histórica científica experimental com ênfase no software tracker, colocando dessa forma o estudo dos movimentos, numa abordagem cotidiana mais próxima dos conceitos científicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar previamente o nível de conhecimento, por parte dos alunos, sobre movimento, principalmente aqueles sujeitos à ação do campo gravitacional terrestre;
- Analisar como o aluno expressa oralmente os conceitos abordados no estudo dos movimentos, observando-os num debate após a leitura textual;
- Inserir o aluno na prática experimental, observando-o analisar dados e gráficos;
- Aplicar o software livre tracker como uma ferramenta de apoio na construção de gráficos e interpretação de dados;
- Observar e avaliar a interação dos alunos com o software tracker;
- Comparar as respostas dadas pelos alunos ao mesmo questionário: pré-teste e pós-teste (primeiro e sétimo momentos).

3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Sequência didática é um termo em [educação](#) para definir um procedimento encadeado de passos, ou etapas ligadas entre si para tornar mais eficiente o processo de [aprendizado](#).

As sequências didáticas são planejadas e desenvolvidas para a realização de determinados objetivos educacionais, com início e fim conhecidos tanto pelos professores, quanto pelos alunos. Para compreender o valor pedagógico e as razões que justificam uma sequência didática é fundamental identificar suas fases, as atividades que a constitui e as relações que estabelecem com o objeto de conhecimento, visando atender as verdadeiras necessidades dos alunos. Para que uma sequência didática obtenha sucesso é necessário seguir alguns passos que, obrigatoriamente, devem ser respeitados:

1º passo - Apresentação do projeto: Momento em que o professor apresenta aos alunos a tarefa e os estudos que irão realizar.

2º passo - Produção inicial: Os alunos, já informados sobre o projeto, irão expor o que sabem e pensam sobre o assunto, por meio de produção de texto, conversas, etc. A produção inicial trata-se de uma avaliação prévia e é através dela que o professor conhece as dificuldades dos alunos e obtém meios de estabelecer quais atividades deverão ser empregadas na sequência didática.

3º passo - Os módulos: Atividades (exercícios e pesquisas) planejadas metodicamente, com a finalidade de desenvolver as capacidades do aluno. Os módulos devem ser direcionados às dificuldades encontradas na produção inicial dos alunos e visando a superação dessas dificuldades, devem propor atividades diversificadas e adaptadas às particularidades da turma.

4º passo - Produção final: Avaliação do que conseguiram aprender no decorrer da sequência didática (comparação entre produção inicial e produção final).

Surgimento da sequência didática no Brasil: O termo Sequência Didática surgiu no Brasil nos documentos oficiais dos [Parâmetros Curriculares Nacionais](#) como "projetos" e "atividades sequenciadas". Atualmente, as sequências didáticas estão vinculadas ao estudo do [gênero textual](#), porém quando surgiram eram abertas a diferentes objetos do conhecimento.

3.1 PRIMEIRO MOMENTO: (Testando o conhecimento prévio dos alunos)

Nessa abordagem inicial será realizado um teste contendo questões variadas sobre movimento. O objetivo é tomar conhecimento acerca do nível de conhecimento sobre o tema. Acreditamos que uma aula de 50 min será suficiente para a realização do teste.

QUESTIONÁRIO (TESTE DIAGNÓSTICO)

1. No quis respeito ao estudo dos movimentos, como identificar se um corpo está em repouso ou em movimento?

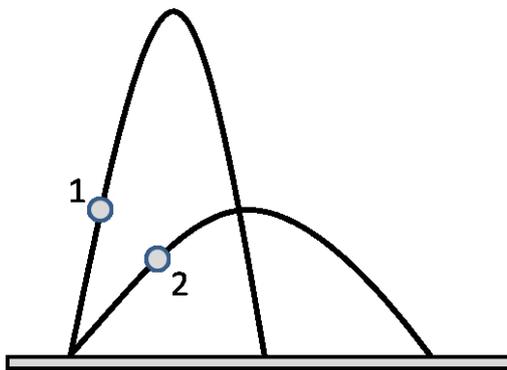
2. Quando dois objetos, de massas diferentes, são abandonados, em um ponto da superfície da Terra, de uma mesma altura em relação a uma superfície horizontal plana e no mesmo instante, o que podemos concluir sobre o intervalo de tempo de queda de cada objeto? E sobre a velocidade final de cada um deles?

3. Se os objetos enunciados na questão anterior fossem abandonados na superfície da lua, nas mesmas condições iniciais, quais seriam, aqui, as respostas dadas a questão anterior?

4. Quando lançamos um corpo verticalmente para cima quando estamos em repouso em relação a um ponto fixo na Terra, o mesmo retorna para o ponto de onde foi lançado, concorda? Então se você está em um vagão de um trem que se move em linha reta com velocidade constante em relação a um ponto fixo na Terra e, nesse momento você lança um corpo verticalmente para cima, o mesmo deve retornar para a sua mão (ponto de lançamento), atrás de você ou a sua frente? Justifique sua resposta.

5. Dois objetos de mesma massa m e forma geométrica são abandonados no mesmo instante de uma superfície horizontal a uma altura h em relação ao solo da seguinte forma: o primeiro, com velocidade inicial $v = 0$ e o segundo, lançado horizontalmente com velocidade inicial $v > 0$. Qual dos objetos chega primeiro ao solo? Justifique sua resposta.

6. Duas bolas, 1 e 2, são lançadas simultaneamente do mesmo ponto em um plano horizontal. Efeitos do ar são desprezíveis de modo que após o lançamento a única ação sobre a bola é a da gravidade. A bola 1 descreve uma parábola que vai mais alto que a descrita pela bola 2. Já a bola 2 cai mais longe que a 1, como é mostrado pelas trajetórias na figura abaixo.



Nesta situação, é correto afirmar que.

- A) a bola 1 fica menos tempo no ar que a bola 2.
- B) a bola 1 fica mais tempo no ar que a bola 2.
- C) as duas bolas ficam o mesmo tempo no ar.
- D) é impossível dizer qual das bolas cairá primeiro sem conhecer suas velocidades iniciais.

7. Um objeto lançado sob um ângulo de 30^0 e outro objeto idêntico lançado sob um ângulo de 22^0 , ambos com mesma velocidade e, simultaneamente, do mesmo ponto sobre a superfície da Terra. Qual objeto alcança maior distância horizontal, e maior distância na vertical?

Quando dois objetos idênticos são lançados sob ângulos diferentes, em que situação, lançamento de maior ou menor ângulo, o tempo de permanência no ar é maior?

8. Dois objetos de massas diferentes são lançados de sob um mesmo ângulo. Pergunta-se:

a) Qual objeto passa maior tempo no ar?

b) Qual objeto alcança maior distância horizontal?

c) Qual objeto alcança maior altura?

9. Uma chave inglesa cai por acidente do alto do mastro de um barco a vela. Se o barco estiver em repouso, a chave cairá no mesmo local do convés onde ela cairia se o barco estivesse se movendo em linha reta com velocidade constante?

- a) Sim, pois por inércia um corpo tende a manter seu estado natural.
- b) Não, pois depois de abandonado, independentemente de o barco está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, a chave inglesa cai verticalmente somente.
- c) Sim, pois como o vento está sempre a favor do movimento, a chave inglesa vai acompanhar o barco.
- d) Talvez, dependendo do vento a favor ou contra.

10. Em sua opinião que variável interfere nos resultados esperados nos experimentos envolvidos nas questões anteriores, massa ou resistência do ar?

3.2 SEGUNDO MOMENTO (Leitura e discussão: Texto sobre movimento)

Os alunos farão uma leitura de um texto que aborda o tema sobre movimento, e após a leitura faremos uma discussão aberta sobre movimento, buscando explosível da criatividade do aluno. O objetivo nesse momento é observar a expressão oral dos alunos e introduzir alguns conceitos sobre movimento. Pensamos para esse momento duas aulas de 50 min.

OBS.: A definição do texto ou escolha fica a critério do professor. Como o tema movimento é muito abrangente, o texto pode ser escolhido segundo as especificidades do professor.

LEITURA: MECÂNICA E SUAS INTERAÇÕES (Tradução do tópico “C1.4 “Introduction to Mechanics”, páginas 8 – 10 do texto *Six Ideas That Shaped Physics, Unit C: Conservation Laws, Constrain Interactions* de Thomas A. Moore, Second Edition, 2003, Mc Graw HillNew York)

Mecânica é a área da Física que trata como as interações físicas entre objetos afetam seus movimentos. Uma pessoa não pode sobreviver por muito tempo sem construir modelos mentais a respeito de como objetos se movem e interagem. Contudo, os modelos do senso comum que as pessoas inconscientemente desenvolvem tendem a ser numerosos, cada um funcionando bem apenas para uma estreita gama de situações. Isto é aceitável na maioria das circunstâncias diárias, mas mais do que reflexão ocasional frequentemente, expõe tais modelos serem mutuamente (ou mesmo autocontraditórios), e apoiar-se neles pode levar a previsões incorretas em situações usuais.

Einstein certa vez disse que a Física é simplesmente “o senso comum refinado”. Sua missão nesta unidade será refinar seu senso comum substituindo cuidadosamente os modelos inconscientes que você pessoalmente tem desenvolvido durante sua vida por modelos muito mais poderosos e compreensivos que os físicos desenvolveram durante os últimos 300 anos. Isto não é fácil! Por definição, seus modelos inconscientes fazem sentido para você, e os modelos preferidos pelos físicos parecem abstratos e contraditórios em comparação, no mínimo a princípio.

Mais que qualquer coisa, o sucesso nesta missão exige pensar cuidadosamente e auto criticamente a respeito de ideias que a princípio parecem ser auto evidentes. Iniciaremos pensando cuidadosamente a respeito da definição de mecânica dada acima. Para entender como as interações físicas entre objetos afetam seus movimentos, primeiro deveríamos perguntar, como um objeto se move na ausência de interações?

A resposta intuitivamente óbvia é que ele permanece em repouso. Para conseguir que algo se movimente, podemos dizer, algum agente ativo tem que empurrá-lo ou puxá-lo, e quando este agente deixa de fazer isto, o objeto volta para o repouso. O filósofo grego Aristóteles pode ter sido o primeiro a afirmar este modelo claramente (provavelmente nos anos 330 antes da era comum), mas é ainda uma característica típica de modelos inconscientes das pessoas de hoje.

Sensata como esta resposta pode parecer, um pouco de reflexão do senso comum mostra que ela leva a sérios problemas em um número de casos. Aristóteles ele próprio reconheceu que o movimento continuado para frente de uma flecha após ela deixar o arco era difícil de explicar com esse modelo. Ele propôs uma explicação que mesmo seus seguidores facilmente reconheciam era inadequado. Seus seguidores em vez disso propuseram que a flecha continuava a ser empurrada para frente pelo que equivalia a uma “memória” do impulso inicial que o colocou em movimento, uma memória que a flecha eventualmente “esquece”. Contudo, esta resposta tinha seus próprios problemas. (por exemplo, se você empurra uma criança em um carrinho de bebê, por que a “memória do empurrão” que mantém o carrinho se movendo após você soltá-lo parece para a criança muito diferente do empurrão original?) Apesar destes problemas, o respeito que Aristóteles ganhou pela qualidade da maior parte deste trabalho (e a falta de uma boa alternativa) manteve este modelo falho de movimento vivo por 2000 anos.

O avanço exigido para seguir em frente finalmente chegou em 1687 quando Isaac Newton publicou uma resposta simples, porém completamente diferente para a questão:

Primeira lei de Newton: qualquer objeto que não interage com outra coisa se move com velocidade constante em uma direção fixa.

Portanto, o movimento contínuo de uma flecha ou carrinho de bebê não exige explicação neste modelo: é esperado. Contudo, isto levanta uma questão diferente: O que leva um objeto a parar? De acordo com Newton, a resposta são as interações:

Uma interação é uma relação física entre dois objetos que, na ausência de outras interações, modifica o movimento um do outro.

Por exemplo, quando uma flecha voadora de Aristóteles entra em contato físico com seu alvo, o alvo interage com a flecha – isto é o que leva a flecha ao repouso.

Um dos aspectos cruciais do modelo de Newton (como delineado pelas duas ideias acima) é que ele nos ajuda a pensar claramente a respeito do atrito. No modelo de Aristóteles, “chegando ao repouso” é uma característica intrínseca de movimento, assim atrito é embutido no modelo de uma forma a escondê-la de vista. O modelo de Newton, por outro lado, vê o atrito como sendo uma interação entre um objeto em movimento e outra coisa que ativamente desacelera o objeto. Isto nos permite imaginarmos movimento na ausência de atrito (algo que é quase uma contradição em termos do modelo de Aristóteles!) e assim pensar claramente a respeito de casos tais como o movimento planetário que o modelo de Aristóteles não pode considerar.

O modelo de Newton também enfatiza que coisas inanimadas podem afetar movimento. Aristóteles pensou que criando o que ele chamou movimento “violento” (como oposto aos movimentos “naturais” de um objeto maciço em direção a Terra ou fogo em direção ao céu) exigia um agente animado. O modelo de Newton remove estas distinções artificiais, tornando possível oferecer explicações inanimadas de movimento.

O modelo de Newton pode de fato tratar qualquer situação que o modelo de Aristóteles pode e muito mais que ele não pode. Esta é a razão mais que suficiente para abandonar a abordagem de Aristóteles! Contudo, uma vez que nossa experiência diária raramente nos expõe a objetos movendo-se sem atrito, ver o mundo com olhos newtonianos (em vez de aristotélicos) inicialmente exige um ato consciente de imaginação. Abraçar totalmente o modelo de Newton também significa ser vigilante contra ideias aristotélicas periodicamente servidas pelo nosso subconsciente. Mas o objetivo desejado não é descartar nossa intuição (que é uma arma poderosa e útil!), mas em vez disso, com alguma reflexão cuidadosa, refinar nossa intuição para que se torne mais newtoniana. Isto toma esforço; mas

quando você tem sucesso, sua intuição retraída terá alcances e poderes muito maiores que antes.

TESTE DIAGNÓSTICO DE PENSAMENTO ARISTOTÉLICO

As questões apresentadas abaixo constituem um teste para diagnosticar sinais de pensamento Aristotélico. Algumas destas questões podem ser respondidas corretamente (isto é, de uma perspectiva newtoniana) usando ideias vistas até o presente na disciplina, mas outras exploram tópicos a serem cobertos no futuro. Observamos aos alunos, que ainda se encontram em um estágio onde ainda não definimos formalmente *força* no curso, desta forma façam uso das suas próprias intuições do que a palavra significa. O questionário a seguir é uma tradução de um teste encontrado na obra *Six Ideas That Shaped Physics, Unit C: Conservation Laws, Constrain Interactions* (páginas 19-20) de Thomas A. Moore, Second Edition, 2003, Mc Graw Hill New York)

1 Um ciclista corre sem pedalar por uma estrada nivelada. Por que o ciclista eventualmente atinge o repouso?

- A. Todos os objetos em movimento naturalmente chegam ao repouso.
- B. O atrito constante desacelera a bicicleta.
- C. O atrito eventualmente supera a força que mantém a bicicleta em movimento.
- D. A força do movimento inicial da bicicleta se desgasta.
- E. B e D.
- F. C e D.

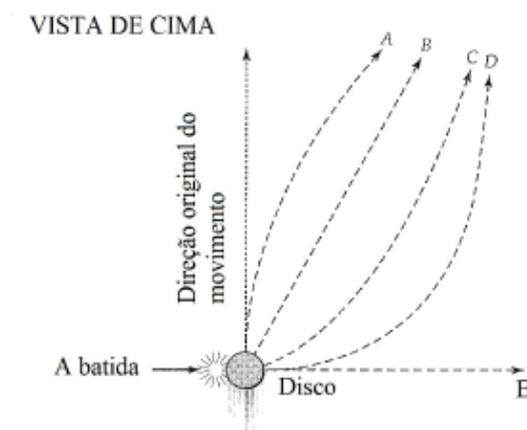
2 Uma criança joga beisebol ao ar livre. Após a bola deixar a mão da criança, a bola move-se verticalmente para cima por um instante, atinge uma determinada altura máxima, e então cai de volta em direção ao solo. Ignorando a resistência do ar, a(s) força(s) agindo sobre a bola durante este tempo é (são).

- A. A força de gravidade constante para baixo apenas.
- B. A força constante de gravidade e uma força estacionariamente decrescente para cima.
- C. A força constante de gravidade e uma força estacionariamente decrescente para baixo que age apenas até a bola alcançar sua altura máxima.

D. Uma força decrescente para cima antes de a bola atingir sua altura máxima e uma força de gravidade crescente para baixo após.

E. Não existente. Nenhuma força age sobre a bola; ela retorna ao solo porque é o seu lugar natural de repouso.

3 Um disco de hóquei deslizando para o norte, sobre um plano de gelo sem atrito, recebe uma breve batida para o leste por um jogador de hóquei. Que caminho no desenho (figura ao lado) o disco de hóquei seguirá após receber a batida (circule uma opção)?



4 Imagine que um pequeno carro colide na traseira de um grande caminhão que está inicialmente em repouso. Durante a colisão, a força que o *caminhão* exerce sobre o carro é.

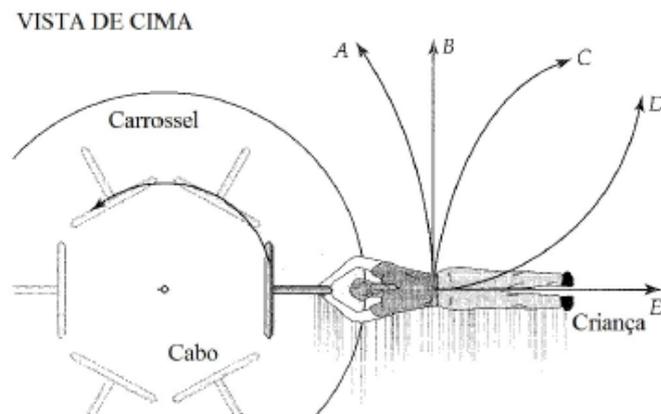
A. Zero (o caminhão está parado).

B. Menor do que a força que o *carro* exerce sobre o caminhão.

C. Igual à força que o *carro* exerce sobre o caminhão.

D. Maior do que a força que o carro exerce sobre o caminhão.

5 Uma criança está se segurando sobre um carrossel, num parque de diversão, que gira rapidamente. Se a mão da criança solta, que caminho a criança seguirá antes de atingir o chão? Escolha a letra correspondente ao caminho sobre o diagrama que melhor descreve o caminho da criança relativo ao solo após ele se soltar.



6 Imagine que lança uma pedra de um penhasco de 30 m (100 pés) de frente para um lago quando o sol está a pino. A velocidade inicial da bola é de 10 m/s horizontalmente para oeste. Suponha que o efeito da resistência do ar sobre a rocha seja desprezível. Exatamente antes de a rocha atingir a água, a componente para oeste de sua velocidade (que será a mesma que a velocidade de sua sombra sobre a água) será.

- A. Aproximadamente zero (a rocha cai em linha reta na água).
- B. Significativamente menos que 10 m/s.
- C. Muito próximo a 10 m/s.
- D. Significativamente maior do que 10 m/s.

7 imagine que você pula de uma arvores para o chão. Por que você fica em repouso quando atinge o chão?

- A. O chão empurra para cima seus pés.
- B. A gravidade para de agir sobre você quando você atinge o chão.
- C. Algo que está caindo naturalmente fica em repouso quando finalmente alcança o chão.
- D. Atrito.
- E. Seus pés empurram o chão; este empurrão para você.

8 Imagine que você está parada ao lado de uma estrada de frente para pista. Assim como uma caminhonete passa por você (movendo-se em direção à sua direita), uma pessoa no lado do passageiro da cabine deixa cair uma pedra para fora da janela. Se a pessoa derruba a pedra no instante que a caminhonete passa o mais próximo de você, a rocha atinge o chão.

- A. De alguma forma à direita de sua posição.
- B. De alguma forma à esquerda da sua posição.
- C. Na sua frente, direto para baixo onde ela foi abandonada.

9 Imagine um carrinho com rodas verdadeiramente sem atrito permanece em repouso sobre o chão nivelado. Para conseguir que o carrinho se mova, você teria que dar um empurrão.

- A. Maior do que o peso do carrinho.
- B. Maior do que a inércia do carrinho.
- C. De qualquer magnitude.

10 Uma pessoa está movendo um engradado ao longo do assoalho com uma velocidade estacionária usando uma corda amarrada ao engradado. No instante que a corda se rompe, o engradado.

- A. Para imediatamente.
- B. Imediatamente começa a desacelerar.
- C. Continua a se mover até que a força do puxão se desgasta.
- D. Continua a se mover até que a inércia supere a força do movimento para frente.

3.3 TERCEIRO MOMENTO (Alguns experimentos simples sobre movimento)

O professor deverá conduzir a realização, por parte dos alunos, de alguns experimentos simples com a intenção de observar, medir, interpretar e construir gráficos. O objetivo agora é inserir o aluno na prática experimental e a análise de dados. Usaremos nesse momento o laboratório experimental tradicional. Serão usadas duas aulas de 50 min.

OBS.: Assim como no momento anterior, fica a critério do professor a escolha do tipo de laboratório e o roteiro e ser explorado na sala de aula.

ROTEIRO SUGESTIVO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL.

3.3.1 PRÁTICA EXPERIMENTAL SOBRE LANÇAMENTOS HORIZONTAL E OBLÍQUO.

3.3.1.1 INTRODUÇÃO

Os movimentos chamados horizontais e oblíquo são aqueles em que podemos observar um movimento na vertical e ao mesmo tempo na horizontal. Como exemplo, temos os movimentos de uma bola de futebol chutada por um arqueiro no tiro de meta ou ainda um canhão ao disparar um projétil sob um ângulo entre 0° e 90° graus. No lançamento horizontal, por exemplo, podemos destacar um objeto que abandonado com velocidade diferente de zero uma superfície horizontal que está a certa altura em relação a um nível de referência. Desconsiderando a resistência do ar para movimentos, nessa natureza, próximo à superfície da Terra pode descrevê-los usando as equações para movimentos uniforme (movimento na direção horizontal) e uniformemente variado (movimento da direção vertical).

3.3.1.2 LANÇAMENTO HORIZONTAL

Definição: lançamento de objetos próximos à superfície da Terra a partir de uma superfície de lançamento (plataforma) de tal forma que a direção de lançamento é paralela à superfície de referência (Terra) e a uma altura h em relação à mesma.

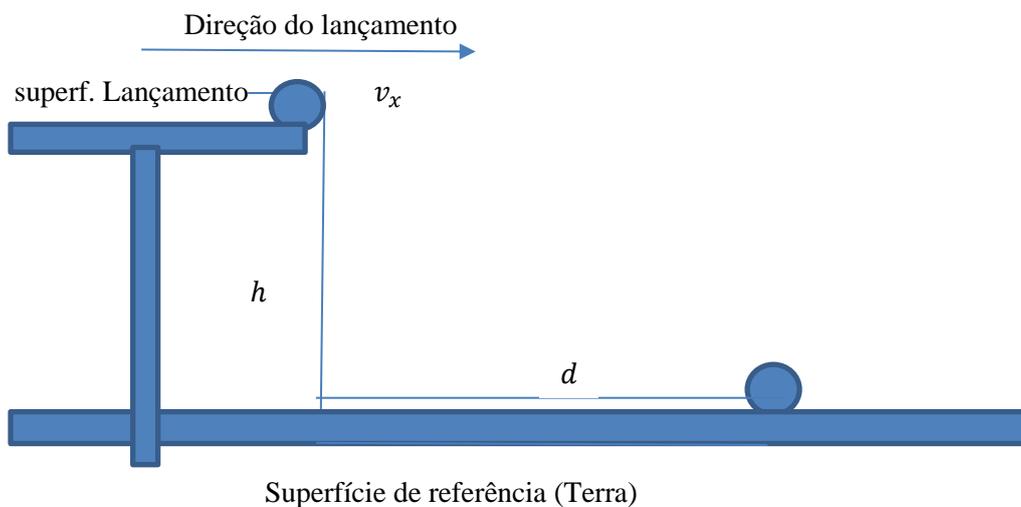


Figura 4: Lançamento Horizontal.

3.3.1.2.1 Equação horária:

Considerando condições ideais para a realização de experimentos, ou seja, desprezando qualquer influência da resistência do ar ou atritos devido ao contato entre o corpo e a superfície de lançamento, como o objeto distancia-se horizontalmente em relação ao ponto de lançamento (movimento horizontal livre de resistência do ar), portanto, movimento uniforme, observa uma “queda” na vertical (sujeito a ação gravidade) enquanto se desloca horizontalmente. Dessa forma o que observamos é um movimento uniformemente variado.

Dessa forma podemos descrever o lançamento horizontal de um objeto como sendo a composição de dois movimentos simultâneos: o movimento ao longo da direção horizontal (M.U.) e o movimento em queda livre (M.U.V.). Sendo assim, temos:

- O deslocamento na direção horizontal, movimento uniforme

$$\Delta S = vt$$

Da figura temos $\Delta S = d$ e $v = v_x$, velocidade no instante em que o objeto abandona a superfície de lançamento. Assim teremos que o deslocamento na horizontal é dado por

$$d = v_x t \quad (1)$$

A distância d localiza o ponto em que o objeto toca a superfície de referência, o qual denominamos alcance máximo.

- Movimento na direção vertical:

Como o objeto, parte na vertical, com velocidade zero ($v_{0y} = 0$), temos:

$$v = gt,$$

onde $v = v_y$ e g representa a aceleração devido à atração gravitacional local.

$$v_y = gt \quad (2)$$

Para a altura h , temos:

$$\Delta S = \frac{1}{2}gt^2,$$

onde $\Delta S = h$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (3)$$

Combinando as eq. (2) e eq. (3), da seguinte forma: isolando o instante t na eq. (2) e substituindo o resultado na eq. (3), obteremos:

$$t = \frac{v_y}{g}.$$

Dessa forma obtemos a relação entre o quadrado da velocidade na direção vertical e a altura percorrida,

$$v_y^2 = 2gh, \quad (4)$$

conhecida como equação de Torricelle reduzida.

3.3.1.3 LANÇAMENTO OBLÍQUO

O lançamento oblíquo é obtido quando um objeto abandona uma superfície de referência executando um movimento cuja direção faz um ângulo θ em relação à mesma. Veja Figura 5 como ilustração.



Figura 5: Lançamento Oblíquo

O objeto, ao longo de sua trajetória, apresenta claramente uma combinação de dois movimentos, sendo um na vertical (subida) e o outro na horizontal.

3.3.1.3.1 Equações Horárias

Considerando experimentos realizados com objetos sendo lançados obliquamente sob condições ideais, ou seja, desconsiderando a resistência do ar ou qualquer outro tipo de atrito, e adotando o plano cartesiano como os sistemas de referencial podem escrever as equações para os movimentos na direção horizontal e vertical.

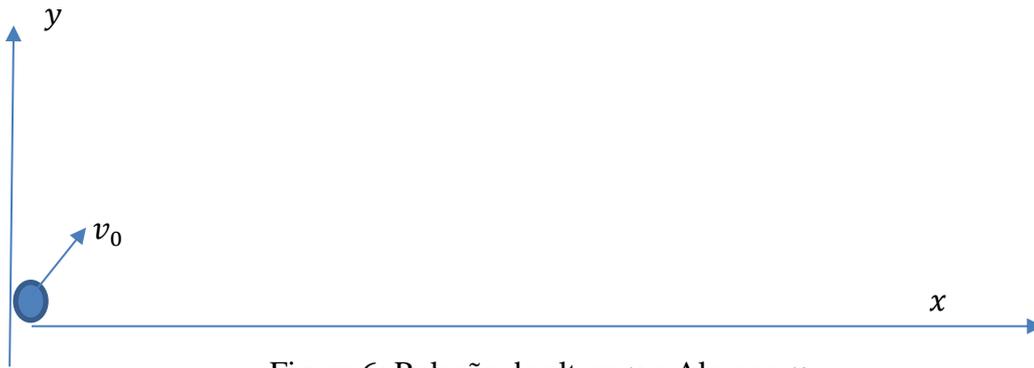


Figura 6: Relação de altura y e Alcance x

- Movimento na direção horizontal (M.U.)

Existe uma componente de v_0 (velocidade de lançamento) na direção do eixo x , que vamos denominar v_{0x} (velocidade horizontal) e, portanto, constante devido à ausência de resistências ao movimento nesta direção. Sendo assim, para um instante t qualquer após o lançamento, temos:

$$x = v_x t,$$

como v_{0x} é a componente horizontal de v_0 , podemos escrever:

$$x = v_0 \cos \theta t \quad (5)$$

A posição para o qual o objeto retorna à superfície é denominada alcance A do lançamento.

- Movimento na direção vertical (M.U.V.)

No movimento ascendente (subida) o corpo fica sujeito à ação da gravidade, logo podemos descrever a equação horária da velocidade v_y ,

$$v_y = v_{0y} - gt,$$

pois o objeto está sujeito a uma desaceleração de módulo igual a g . Sendo v_{0y} a componente vertical de v_0 , logo podemos escrever:

$$v_y = v_0 \text{sen} \theta - gt \quad (6)$$

Considerando que movimento de subida do objeto se dá próximo à superfície da Terra, a equação que descreve a variação da posição na vertical é dada por:

$$\Delta y = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2$$

e, portanto,

$$\Delta y = v_0 \text{sen} \theta t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (7)$$

Combinando as eq. (6) e (7), isolando o instante t na eq. (6) e substituindo o resultado na eq. (7), obtemos:

$$v_y^2 = v_0^2 \text{sen}^2 \theta - 2g \Delta y \quad (8)$$

que é a equação de Torricelle para o lançamento oblíquo.

3.3.1.3.2 Tempo total de voo

Desconsiderando os efeitos de resistência do ar, podemos escrever: $t_t = t_s + t_d$, onde t_s é o tempo que o objeto lançado obliquamente leva para atingir o ponto mais alto da trajetória e t_d é o tempo que o objeto leva para retornar à superfície de referência.

Assim, temos: no ponto mais alto $v_y = 0$ e o tempo de subida é $t = t_s$. Assim fazendo $0 = v_0 \text{sen} \theta - g t_s$, na equação (6) obteremos a expressão para o tempo de subida t_s

$$t_t = \frac{v_0}{g} 2 \text{sen} \theta. \quad (9)$$

3.3.1.3.3 Alcance máximo (A):

Para alcançar uma máxima distância na horizontal em relação ao ponto de lançamento, devemos levar em consideração os seguintes fatores:

- efeitos da resistência do ar;
- velocidade inicial de lançamento;
- ângulo de lançamento.

Considerando então um objeto lançado sob um ângulo θ e velocidade v_0 (veja Figura 5) de tal forma que os efeitos da resistência do ar sejam desprezíveis, podemos calcular o alcance do lançamento, fazendo uso das equações (5) e (9), obtendo a expressão

$$A = \frac{v_0^2}{g} 2 \text{sen} \theta \cos \theta.$$

Utilizando a identidade trigonométrica $2 \text{sen} \theta \cos \theta = \text{sen} 2\theta$, a expressão matemática para o alcance do lançamento toma a forma

$$A = \frac{v_0^2}{g} \text{sen}2\theta. \quad (10)$$

Da eq. (10) vemos que para o lançamento atingir uma máxima distância horizontal ($A_{m\acute{a}x}$), devemos ter $\text{sen}2\theta = 1$, ou seja, o alcance do lançamento será máximo se o ângulo de lançamento for $\theta = 45^\circ$.

A seguir descreveremos um possível roteiro experimental cujo principal objetivo é estudar lançamento horizontal e oblíquo, sendo que os lançamentos oblíquos serão realizados em três ângulos diferentes, porém não conhecidos. A proposta é que os alunos, de posse das ferramentas necessárias, realizem atividades investigativas que os possibilitem chegar a resultados científicos.

3.3.1.4 DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA USADA PARA O ESTUDO.

A princípio foram construídas quatro rampas sendo três delas para o estudo do lançamento oblíquo e uma para o estudo do lançamento horizontal. As rampas são compostas por um trilho metálico (cantoneira de 3/8), encontrada em lojas de ferragens, e uma base feita de madeira. O trilho metálico foi curvado, no caso das rampas para estudo do lançamento oblíquo, de tal modo que a base inferior tivesse ângulos diferentes entre as rampas, depois foi só encaixar na base de madeira. Para a rampa de estudo do lançamento horizontal não foi necessário à curvatura na base inferior do trilho metálico, por razões óbvias.

Outros instrumentos usados são algumas esferas sendo que: grupo de esferas de mesmo diâmetro e materiais diferentes; grupo de esferas de mesmo material e diâmetros diferentes. O que fazer então com esse conjunto de objetos? O objetivo é resolver as questões apresentadas no primeiro momento, e conseqüentemente abrir um diálogo sobre questões que por ventura possam surgir.

3.4 QUARTO MOMENTO (Apresentando o tracker aos alunos)

Entendemos que este seja o momento mais aguardado da sequência, pois se trata da apresentação de uma ferramenta que tenta ser o diferencial no ensino/aprendizagem dos movimentos. O professor deverá analisar os dados levantados no momento anterior, com o auxílio do software tracker, evidentemente depois de ter filmado as experiências realizadas

anteriormente. O objetivo agora é apresentar o software tracker e ensinar ao aluno como usá-lo. Serão necessárias duas aulas de 50 min (tutorial em anexo).

3.5 QUINTO MOMENTO (De volta ao momento inicial)

Nesse momento retornamos ao momento inicial, aplicaremos novamente o teste que foi realizado no início da sequência. O objetivo agora é comparar as respostas dadas ao mesmo teste só que aplicados em momentos distintos (1º e 7º). Uma aula de 50 min.

4. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Caro professor, a discussão a cerca do tema movimento é muito ampla, fiz uma escolha de estudar os movimentos sujeitos a ação do campo gravitacional terrestre, como os movimentos de queda dos corpos e lançamento vertical para cima e os lançamentos horizontal e oblíquo, por entender que são essas categorias de movimentos que causam maior distanciamento entre o censo comum e o conhecimento científico.

Todos os momentos descritos nesta Sequência Didática estão sujeitos a alterações de acordo com conveniência do professor. As questões a serem elaboradas devem ser de acordo com o tema. o texto pode ser montado pelo professor ou escolhido nas fontes literárias disponíveis. Com relação aos experimentos também tem flexibilidade, e assim se mantém em todos em todos os momentos. Gostaria de deixar claro que o uso do software tracker se faz necessário, pois se trata do elemento modificador nesta Sequência Didática.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARISTÓTELES, **FÍSICA I-II**, Editora Unicamp-2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **PCN + Ensino Médio**; Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC, 1999.

CUTNELL, John D; JOHNSON, Kenneth W.; **FÍSICA VOLUME 1**; sexta edição; LTC Editora-2006

Moore T. A., *Six Ideas That Shaped Physics, Unit C: Conservation Laws, Constrain Interactions* (páginas 19-20) de Thomas A, Second Edition, 2003, Mc Graw HillNew York.

TREFIL. James; HAZEN, Robert M.; **FÍSICA VIVA: Uma Introdução à Física Conceitual** – volume 1; LTC Editora – 2006.