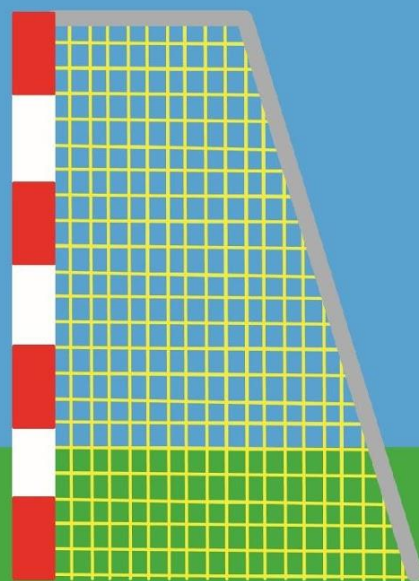


A L I N E F E R N A N D E S P E R E I R A
ORIENTADOR: PROF. DR. ARTUR JUSTINIANO

CINEFUT

**Uma proposta para o ensino da
cinemática**





1. APRESENTAÇÃO

Este material instrucional consiste em um conjunto de aulas para ensinar Cinemática de uma forma mais lúdica durante o ensino de Física no Ensino Médio, utilizando como principal recurso o CineFut. Está dividido em seis aulas/temas que se inicia com os conceitos básicos da Cinemática como a relatividade do movimento e terminam como estudo do movimento uniformemente variado.

Este trabalho foi desenvolvido para a conclusão do Curso de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), no polo da Universidade Federal de Alfenas, sob a orientação do Prof. Dr. Artur Justiniano.

O resultado da aplicação deste produto educacional foram descritos na dissertação de Aline Fernandes Pereira com o mesmo título aqui apresentado. Já nas seções seguintes serão apresentados os objetivos deste produto, a estrutura e a organização das aulas propostas.



2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Desenvolver uma sequência de seis aulas para o ensino de Cinemática, utilizando como recurso didático o sensor de movimento Kinect® e o jogo CineFut.

2.2. Objetivos específicos

- a) Utilizar um jogo educacional como recurso didático no ensino de Física.
- b) Desenvolver um produto educacional para o ensino de Cinemática através de jogos.
- c) Proporcionar ao estudante uma forma mais lúdica de compreender conceitos de Cinemática.



3. O CINEFUT

O CineFut é um jogo desenvolvido no Laboratório de Tecnologias Educacionais da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), e tem como objetivo apresentar o estudo da Cinemática de uma forma mais lúdica. Como aponta Reis (p. 2, 2014): “pensamos em uma ferramenta que possibilite ao professor tratar dos conceitos de Cinemática utilizando um tema comum aos alunos, o futebol, e que seja diferente de uma aula tradicional, lousa e giz”.

Trata-se é um software em formato de jogo que utiliza o sensor de movimentos Kinect®, produzido pela Microsoft® para o console Xbox 360®, para a captura de comandos feitos pelo usuário e sua interação com o software. Sua estrutura é constituída por três módulos que possibilitam a transferência mútua de informações.

O CineFut é o módulo por onde os outros são chamados e possui a implementação das funções que integram as informações dos demais módulos. O Kinect SDK é o responsável pela interação do usuário com o software. Sua instalação é necessária, pois além das bibliotecas utilizadas no código, possui os drivers que fazem a comunicação entre o sensor Kinect® e o equipamento que está rodando a aplicação. O Microsoft XNA é um framework criado a partir de um conjunto de bibliotecas NET para o desenvolvimento de games. Ele foi utilizado no desenvolvimento desses software por proporcionar a abstração de tarefas necessárias. (REIS, p. 3, 2014).

O jogo aborda o conteúdo de Lançamento Oblíquo, fenômeno que ocorre quando um objeto é lançado de modo a formar um determinado ângulo com a horizontal, resultando em um movimento composto, que por sua vez é um evento que pode ser observado com frequência, dentre outros esportes, no futebol. Para sua utilização, três comandos são importantes: o braço direito escolhe o ângulo de lançamento; a perna direita chuta a bola e determina a velocidade inicial; e o braço esquerdo pausa o jogo. Ele é apresentado em quatro fases independentes e sua seleção se dá manualmente. Ainda é possível optar por uma visualização do sistema de coordenadas, a trajetória descrita pela bola, o vetor das componentes das velocidades e o vetor resultante. A figura 15 mostra como é a tela de seleção de fases do jogo.

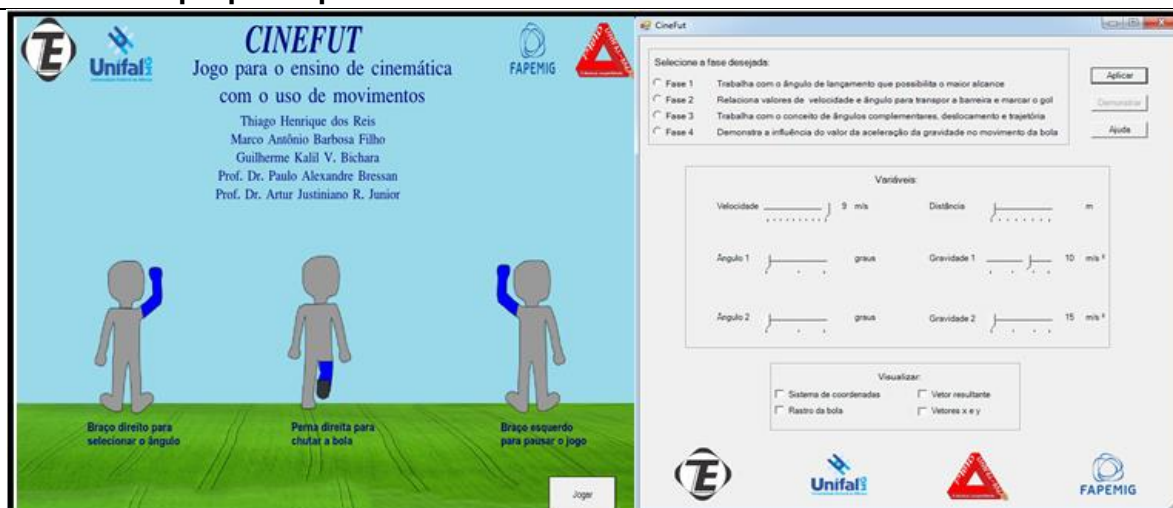


Figura 1 – Tela principal e seleção de fase do CineFut.

Fonte: Feito pela autora com base no software CineFut.

A primeira fase (figura 16) trabalha a relação entre ângulo de lançamento e alcance e, para isso, o jogador deve conseguir fazer um gol. O objetivo é levar o aluno a perceber que quando a bola forma com a horizontal um ângulo de 45° , seu alcance máximo é atingido. Ao selecionar esta fase, na tela de seleção, fica disponível a variável velocidade, que caso tenha seu valor alterado faz com que o boneco do jogo fique mais próximo ou mais afastado do gol. É possível, ainda, marcar as opções para que no jogo apareçam o sistema de coordenadas, a trajetória da bola e os vetores ortogonais da velocidade. Depois de ter selecionado o que é de interesse para esta fase, basta clicar no botão aplicar para a tela do jogo aparecer.

Caso haja alguma dúvida, o jogo oferece a possibilidade de demonstrar o que deve ser feito em cada fase, bastando utilizar o botão “demonstrar”. Outro recurso auxiliar são as funções horárias do espaço pelo tempo dos movimentos uniforme e uniformemente variado, que aparecem na parte superior da tela em que o aluno está jogando.

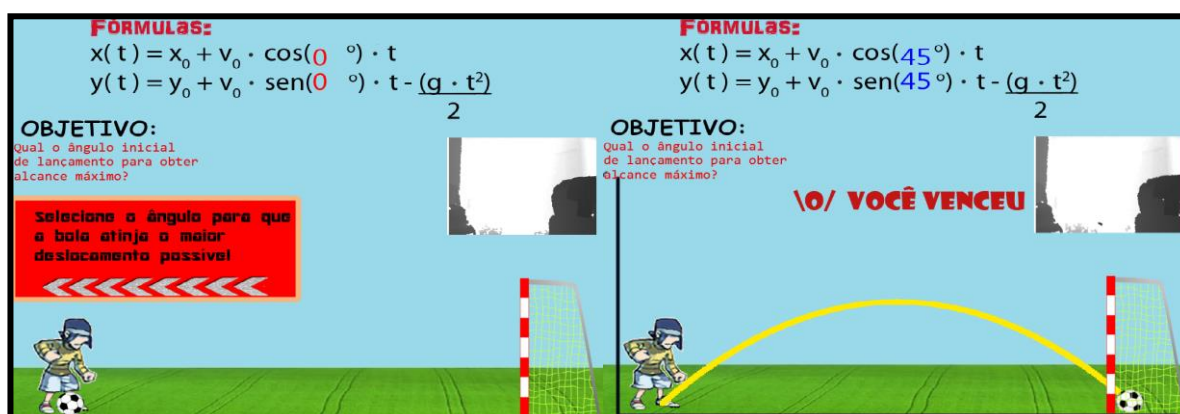


Figura 2 – Primeira fase do jogo CineFut.

Fonte: Feito pela autora com base no software CineFut.



Na segunda fase (figura 17), o objetivo é transpor uma barreira e fazer gol, algo parecido com a cobrança de falta em um jogo de futebol e, com isso, mostrar a relação entre velocidade inicial e ângulo de lançamento. Para isso, o aluno deve levar em consideração a altura da barreira, a distância que ela está do gol e a distância que ele está da barreira. É possível alterar a distância entre o jogador, a barreira e o gol mudando na caixa de variáveis as grandezas velocidade e distância. A velocidade inicial varia conforme a intensidade do chute do jogador. Os outros comandos são semelhantes ao da primeira fase.

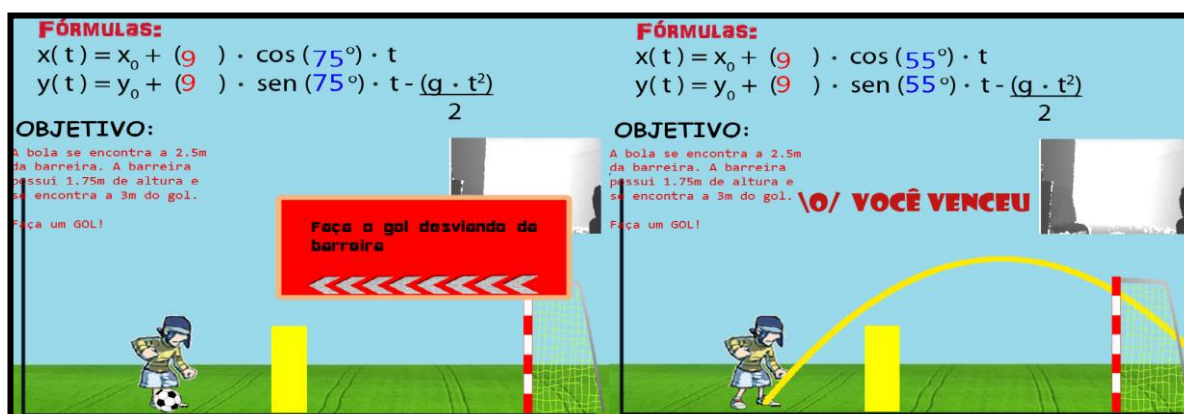


Figura 3 – Segunda fase do jogo CineFut.
 Fonte: Feito pela autora com base no software CineFut.

A terceira fase (figura 18) aborda um conteúdo que é comum à Matemática: ângulos complementares. O objetivo dessa fase é que o aluno compreenda o que são ângulos complementares e sua relação com o lançamento oblíquo, ou seja, tais ângulos produzem alturas diferentes, mas o mesmo alcance. Nesta fase, a velocidade é fixa e não depende da intensidade com que o jogador chute a bola.

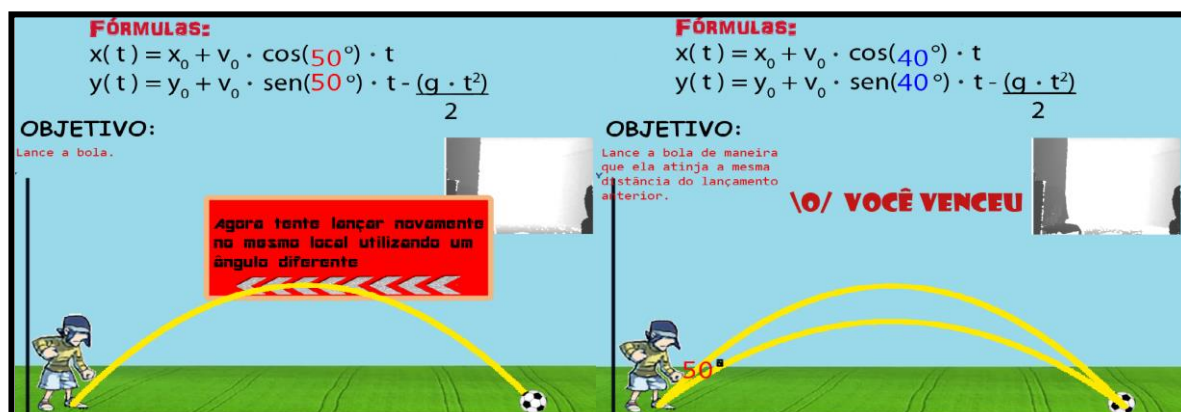


Figura 4 – Terceira fase do jogo CineFut.
 Fonte: Feito pela autora com base no software CineFut.

A última fase do jogo (figura 19) demonstra a influência da aceleração da gravidade no movimento da bola. O aluno deve fazer o primeiro lançamento com o valor habitual da aceleração da gravidade, 10 m/s^2 , uma aproximação muito utilizada no Ensino Médio. Em seguida, ele fará outro lançamento com o valor de aceleração alterado e, com isso, verificar que a trajetória da bola se altera. Desse modo, nesta fase as grandezas que podem ser alteradas na caixa de variáveis são: o ângulo de lançamento, que para esta fase não é mais medido com o braço direito; e a aceleração 2, que seria uma outra aceleração sem ser a da Terra.

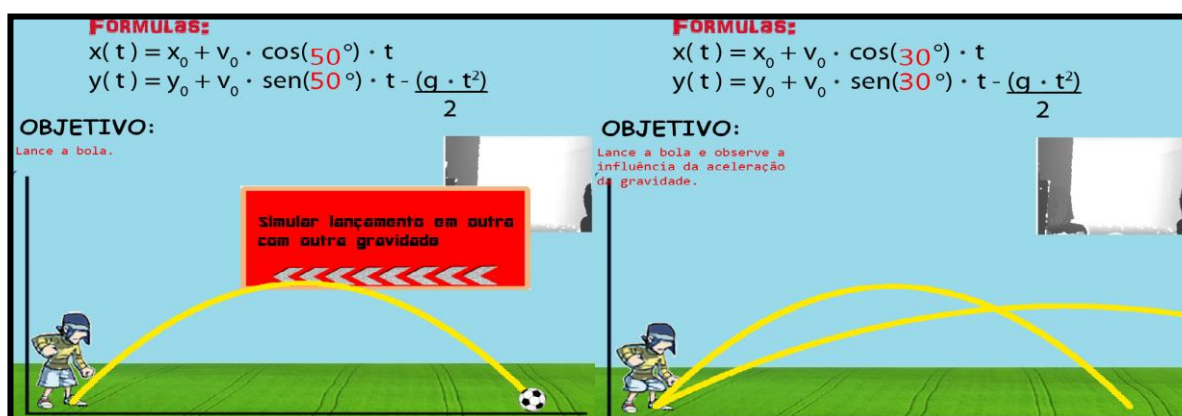


Figura 5 – Quarta fase do jogo CinrFut.

Fonte: Feito pela autora com base no software CineFut.

Como o Lançamento Oblíquo é a composição do Movimento Uniforme e o Movimento Uniformemente Variado (MUV), é viável utilizar o software como recurso mediador para o ensino destes dois tópicos. O que não é diferente para o estudo de Queda Livre é um caso particular do MUV, pois o jogo oferece a possibilidade de simular outros valores para a aceleração da gravidade. É também uma alternativa para o estudo de vetores, pois é possível, em cada fase do jogo, observar o comportamento das componentes ortogonais e do vetor resultante da velocidade da bola. Por fim, o tratamento de ângulos complementares pode ganhar uma abordagem mais lúdica. Assim, ao abordar o conteúdo de Lançamento Oblíquo, que por vezes é omitido no Ensino Médio, de uma forma mais próxima à realidade dos alunos, o CineFut auxilia a construir uma via para que o aluno transite de modo mais dinâmico entre os conceitos da Cinemática e sua descrição matemática, se tornando uma ferramenta aliada do professor. Nesse sentido, o jogo de futebol se torna um ponto de partida proveitoso para o aprendizado em sala de aula.



3.1. Como instalar o CineFut

Para ter o CineFut é necessário que inicialmente baixe e instale o Kinect sdk 1.8 que encontra-se disponível para download em < <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=40278>>.

Em seguida baixe e instale o Microsoft XNA 4.0 pelo link < <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=20914>>.

Por último instale o CineFut pelo cinefut.exe.



4. PLANEJAMENTO DAS AULAS

O material foi elaborado com seis aulas/temas que englobam todo o conteúdo de Cinemática de forma concisa, como descrito na tabela abaixo.

Tabela 1 – Planejamento das aulas

Aula 01 – Conceitos Iniciais				
Objetivos	Conteúdos trabalhados	Recursos metodológicos	Tempo estimado	Avaliação
✓ Compreender os conceitos de deslocamento e tempo e suas unidades de medida. ✓ Compreender a relatividade do movimento. ✓ Reconhecer a importância da definição de um referencial para a determinação da posição de um corpo.	✓ Relatividade do movimento. ✓ Referencial. ✓ Deslocamento e distância percorrida. ✓ Trajetória. ✓ Posição numa trajetória.	✓ Quadro branco. ✓ Datashow. ✓ Lista de exercícios.	Uma aula de 45 a 50 minutos.	Questões que serão propostas no decorrer da aula e uma lista de exercícios.
Aula 02 – Velocidade e Aceleração				
Objetivos	Conteúdos trabalhados	Recursos metodológicos	Tempo estimado	Avaliação
✓ Compreender o conceito de velocidade de um corpo, como rapidez. ✓ Compreender as unidades de medidas da velocidade (m/s e km/h). ✓ Compreender o conceito de aceleração e sua unidade de medida no SI.	✓ Velocidade. ✓ Aceleração.	✓ Quadro branco. ✓ Datashow. ✓ Lista de exercícios.	Uma aula de 45 a 50 minutos.	Questões que serão propostas no decorrer da aula e uma lista de exercícios.
Aula 03 – Introdução a Composição de Movimento				
Objetivos	Conteúdos trabalhados	Recursos metodológicos	Tempo estimado	Avaliação
✓ Apresentar os movimentos compostos como resultado de movimentos parciais e simultâneos; ✓ Justificar a independência do movimento de um corpo, segundo a horizontal e a vertical; ✓ Reconhecer a composição do movimento em algumas atividades do cotidiano.	✓ Composição de movimento.	✓ CineFut. ✓ Ficha com resumos de algumas modalidades de esportes. ✓ Quadro branco. ✓ Datashow.	Uma aula de 45 a 50 minutos.	Questões que serão propostas no decorrer da aula e uma lista de exercícios.

**Aula 04 – Um pouco de Matemática – Trigonometria e Vetores**

Objetivos	Conteúdos trabalhados	Recursos metodológicos	Tempo estimado	Avaliação
✓ Resolver problemas que envolvam as razões trigonométricas seno e cosseno. ✓ Abordar o conceito de vetor como representação de um fenômeno que tem direção e sentido. ✓ Apresentar grandezas vetoriais por suas características e distingui-las das grandezas escalares. ✓ Decomposição de um vetor.	✓ Trigonometria triângulo retângulo. ✓ Decomposição de vetores.	✓ CineFut. ✓ Quadro branco. ✓ Datashow. ✓ Lista de exercícios.	Duas aulas de 45 a 50 minutos.	Questões que serão propostas no decorrer da aula e uma lista de exercícios.

Aula 05 – Movimento Uniforme

Objetivos	Conteúdos trabalhados	Recursos metodológicos	Tempo estimado	Avaliação
✓ Saber descrever o movimento de um corpo em movimento retilíneo uniforme. ✓ Resolver problemas envolvendo velocidade, deslocamento e tempo no movimento retilíneo uniforme.	✓ Movimento Uniforme.	✓ CineFut. ✓ Pequeno vídeo. ✓ Quadro branco. ✓ Datashow.	Duas aulas de 45 a 50 minutos.	Questões que serão propostas no decorrer da aula e uma lista de exercícios.

Aula 06 – Movimento Uniformemente Variado

Objetivos	Conteúdos trabalhados	Recursos metodológicos	Tempo estimado	Avaliação
✓ Caracterizar movimento uniformemente variado. ✓ Resolver problemas envolvendo aceleração, velocidade, deslocamento e tempo no movimento uniformemente variado.	✓ Movimento Uniformemente Variado.	✓ CineFut. ✓ Pequeno vídeo. ✓ Quadro branco. ✓ Datashow.	Duas aulas de 45 a 50 minutos.	Questões que serão propostas no decorrer da aula e uma lista de exercícios.

Fonte: Feito pela autora.



Aula 1 – Conceitos iniciais

Objetivos	Conteúdos trabalhados	Tempo estimado	Avaliação
✓ Compreender os conceitos de deslocamento e tempo e suas unidades de medida. ✓ Compreender a relatividade do movimento. ✓ Reconhecer a importância da definição de um referencial para a determinação da posição de um corpo.	✓ Relatividade do movimento. ✓ Referencial. ✓ Deslocamento e distância percorrida. ✓ Trajetória. ✓ Posição numa trajetória.	Uma aula de 45 a 50 minutos.	Questões que serão propostas no decorrer da aula e uma lista de exercícios.

Introdução

Você pode observar muitas coisas à sua volta sempre no meio de seu mundo complexo. As folhas estão balançando, o Sol está brilhando, as lâmpadas estão acesas, os carros estão se movendo, as impressoras estão imprimindo, as pessoas estão caminhando e andando de bicicleta, os rios estão fluindo, etc. Quando paramos para examinar essas ações, nossa curiosidade natural dá margem a inúmeras perguntas.

A Física tem existido tanto quanto as pessoas têm tentado compreender seu mundo. A palavra “física” é derivada da palavra grega “physika”, que significa “coisas naturais”.



Algumas das perguntas mais fundamentais que você pode ter sobre o mundo lidam com os objetos em movimento. Uma pedra rolando em sua direção diminuirá de velocidade? Com que rapidez você terá que se mover para sair do seu caminho? O movimento foi uma das primeiras explorações da Física, e ela foi notável ao sugerir respostas.

Descrever o movimento e como ele funciona é o primeiro passo para realmente compreender a Física, que é sobre observações e medidas, sobre criar modelos mentais e matemáticos com base nessas observações e medidas.

Cinemática é a parte da Mecânica que tem por objetivo o estudo dos corpos (e suas trajetórias) em função das grandezas físicas de posicionamento, velocidade, aceleração e tempo de deslocamento, desconsiderando-se os agentes que o produzem, o mantêm ou o modificam, ou seja, sem relevar suas causas.



Observe a tirinha e discuta com seus colegas

→Ao observar a tirinha liste os objetos e/ou personagens que estão em repouso e os que estão em movimento.

→Destaque um objeto que você listou estar em movimento. Ele sempre estará em movimento?

→A afirmação do Cascão é verdadeira?

→É possível estar em movimento e em repouso ao mesmo tempo?



Referencial

Para determinar a posição de um corpo ou objeto, é necessário antes que um referencial ou ponto de referência seja adotado. No estudo da Cinemática, as referências são muito importantes para que as posições e os movimentos dos móveis possam ser bem caracterizados e detalhadamente descritos.

Referencial é o corpo ou sistema físico (conjunto observável de corpos) em relação ao qual se realizam as observações, as descrições e as formulações das leis físicas.

Movimento e Repouso

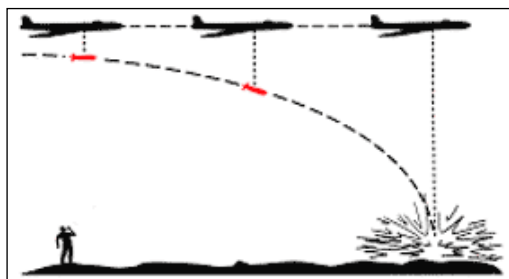
Um objeto estará em movimento ou repouso dependendo do referencial escolhido. Portanto, pode acontecer de um mesmo móvel estar em repouso em relação a um referencial e em movimento em relação a outro. O movimento é relativo, pois depende do referencial adotado.

Movimento é o fenômeno físico no qual um móvel muda de posição, com o passar do tempo, em relação a um referencial adotado.

Repouso é o fenômeno físico no qual um móvel mantém a mesma posição, no decorrer do tempo, em relação a determinado referencial.

Trajetória

É o conjunto formado por todas as posições ocupadas por um móvel durante seu movimento, tendo em vista determinado referencial.



Por exemplo, a trajetória descrita pela bomba pode ser uma reta ou um arco de parábola. Uma reta se nosso referencia for o piloto do avião e um arco de parábola se adotarmos o observador na Terra como referência.

Posição ou Espaço

Para determinar a posição de um corpo em uma trajetória num determinado instante, precisamos calcular a distância percorrida sobre a trajetória, que é do ponto onde ele está até o ponto considerado como origem. Essa medida algébrica indica a posição do corpo e é representado pela letra s (do inglês space).

Deslocamento e Distância percorrida

A variação do espaço de um ponto material em relação a um referencial é chamada deslocamento (ΔS) e é expressa pela diferença entre seu espaço final (S_f) e seu espaço inicial (S_i). Matematicamente temos a equação $\Delta S = S_f - S_i$.

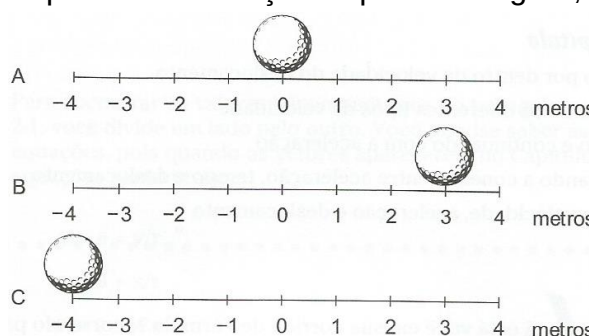
Na Física, e em outras ciências, a letra grega Δ (delta) é usada para indicar a variação entre dois valores de uma mesma grandeza.



A distância percorrida (d) por uma partícula, em determinado intervalo de tempo, é o espaço efetivamente percorrido por ela entre duas posições. Quando a partícula não muda o sentido de seu movimento, a distância percorrida é igual ao módulo de seu deslocamento. Quando a partícula inverte o sentido de seu movimento, a distância percorrida é igual à soma dos valores numéricos de seus deslocamentos parciais.



Observe a bola de golfe que está sobre uma reta numérica. Qual seria o deslocamento da bola quando passa da situação A para B? Agora, qual o deslocamento quando a bola vai da posição B para C? Caso a bola passasse direto da posição A para a posição C? Qual sua distância percorrida em cada um dos casos anteriores?





#AgoraéComVocês!



#1 O livro de Física que está à sua frente se encontra em repouso, em relação a você, para que a leitura desta questão possa ser realizada. Mas esse mesmo livro, agora, está em movimento em relação a algum outro referencial. Então, cite alguns desses referenciais.

#2 Lei este trecho da canção *Morena de Angola*, do cantor e compositor Chico Buarque:

*Morena de Angola que leva o chocalho
amarrado na canela/ Será que ela mexe o
chocalho ou chocalho é que mexe com ela?*

Do ponto de vista da Física, pode-se dizer que o chocalho mexe com a morena? Use o estudo de referencial para justificar sua resposta.

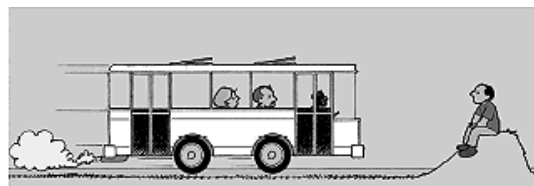
#3 Considere uma pessoa sentada em um barco que navega em um rio e responda às perguntas.

(a) Essa pessoa está em repouso em relação a um ponto fixo na margem do rio?

(b) Ela está em repouso em relação a um ponto fixo no barco?

#4 (UFRJ) Heloísa, sentada na poltrona de um ônibus, afirma que o passageiro sentado à sua frente não se move, ou seja, está em repouso. Ao mesmo tempo, Abelardo, sentado à margem da rodovia, vê o ônibus passar e afirma que o referido passageiro está em movimento. De acordo

com os conceitos de movimento e repouso usados em Mecânica, explique de que maneira devemos interpretar as afirmações de Heloísa e Abelardo para dizer que ambas estão corretas.



#5 Para a Cinemática escalar, a linha que representa o caminho percorrido ou a ser percorrido por um móvel é sua trajetória. Se um móvel pode estar em movimento em relação a dois ou mais referenciais ao mesmo tempo, será que as trajetórias de cada um desses movimentos podem ser diferentes? Ou precisam ser todos iguais, obrigatoriamente? Exemplificando: um parafuso pode cair em linha reta do forro superior de um trem e, simultaneamente, também cair em linha parabólica?

#6 A trajetória descrita pela válvula do pneu de uma bicicleta vista por um observador na calçada é uma curva chamada cicloide.

(a) Qual é a forma da trajetória dessa válvula, vista pelo ciclista ao desviar a cabeça lateralmente e observar a roda?

(b) Qual é a forma da trajetória de um ponto no eixo da roda, vista pelo observador na calçada?



#7 Qual será o deslocamento total de um automóvel que parte de um hotel, no km 78 de uma rodovia, leva os hóspedes até uma fazenda de gado, no km 127 dela, e depois retorna ao local de saída?

#8 Qual(is) é (são) a(s) condição(ões) em um movimento para que o deslocamento e a distância percorrida por um móvel tenham as mesmas medidas?

(a) Como a distância é a medida sempre em módulo, o sentido do movimento deve ser único e positivo.

(b) O espaço final no deslocamento deve ter valor maior que o espaço inicial.

(c) Entre os instantes inicial e final, o móvel não deve mudar de sentido em seu percurso, mas pode estacionar em alguns locais do trajeto.

(d) As três afirmativas anteriores estão corretas.

(e) Somente duas das afirmativas anteriores estão corretas.

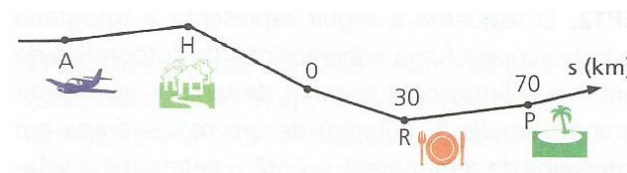
#9 O esquema apresentado a seguir mostra a trajetória de um automóvel de passeio realizada em várias etapas:

1ª etapa: do restaurante R até o parque temático P;

2ª etapa: de P até o aeroporto A;

3ª etapa: de A até o hotel resort H;

4ª etapa: de H até o marco zero (km 0).



De acordo com o exposto, calcule:

(a) o deslocamento total, de R até o marco zero;

(b) a distância percorrida na soma das 4 etapas.

Bibliografia

BONJORNO, J. R. et al. **Física: mecânica**, 1º ano. 2 ed. São Paulo: FTD, 2013.

FUKE, L. F.; YAMAMOTO, K. **Física para o Ensino Médio**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2010. v.1.

FUKUI, A.; MOLINA, M. M.; OLIVEIRA, V. S. **Ser protagonista: Física**, 1º ano: ensino médio. 2 ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

HOLZNER, S. **Física para Leigos**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2009.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **Conteúdo Básico Comum – Física** (2007). Educação Básica – Ensino Médio.



Aula 2 – Velocidade e Aceleração

Objetivos	Conteúdos trabalhados	Tempo estimado	Avaliação
✓ Compreender o conceito de velocidade de um corpo, como rapidez. ✓ Compreender as unidades de medidas da velocidade (m/s e km/h). ✓ Compreender o conceito de aceleração e sua unidade de medida no SI.	✓ Velocidade. ✓ Aceleração.	Uma aula de 45 a 50 minutos.	Questões que serão propostas no decorrer da aula e uma lista de exercícios.

Pegando um “impulso”



Como vimos na aula anterior tudo se move. Mesmo as coisas que parecem estar em repouso. Elas movem-se relativamente ao Sol e às estrelas.

Enquanto você está lendo isto, está se movendo aproximadamente a 107000 km/h em relação ao Sol. E está se movendo ainda mais rapidamente em relação ao centro de nossa galáxia. Quando discutimos o movimento de algo, descrevemos o movimento relativamente a alguma coisa. Se você caminha no corredor de um ônibus em movimento, sua rapidez em relação ao piso do ônibus provavelmente é completamente diferente de sua rapidez relativa à estrada. Quando dizemos que um carro de corrida alcança uma rapidez de 300 km/h, queremos dizer que tal rapidez é relativa à estrada. Lembre-se o movimento é relativo. E veremos que ele envolve conceitos de velocidade e aceleração.



Diálogo entre o Tempo e o Movimento

– Oh amigo Movimento! Chegará o momento em que finalmente terei de te parar. Já pensaste que, se não passo, tu não existes?

– Como?! Eu determino o fim de nós dois! Sem o movimento dos ponteiros, dos astros ou até da suave queda dos grãos de areia nas ampulhetas, não teriam como te encontrar...

– Nada disso, nobre amigo! Eu passo, a despeito de tudo... Apenas não teriam como me estimar.

– Mas, sem corpos em movimento, tudo estaria como antes...

– É verdade. Entretanto, quando nada muda, ficamos a esperar. E esperar nada mais é do que experimentar o tempo passar. Porém, existe apenas pelo que dizem de corpos em movimento: Estava aqui, depois ali e daqui a pouco não estará lá. Se não passo, deves comigo concordar, um corpo não estará em dois lugares.

– E se o rodopio da Terra cessar, o céu parar, os ventos não soprarem mais? Se não fosse o movimento, o que Aristarco, Kepler, Galileu, Newton e muitos outros iriam estudar?



- Bem, parece chegada hora de termos de concordar: somos igualmente importantes. Sinto pelo Espaço, que, pouco importante, fica sempre largado.
- Está enganado. Se há Movimento, Espaço e Tempo são importantes.
- Mas o que é o tal Espaço, senão o nada entre um instante e outro, quando, é lógico, um movimento se dá?
- Os pensadores dizem que o Movimento é o senhor do Espaço e do Tempo...
- Estou convencido! Só mesmo pela Velocidade e pela Aceleração é que devemos lamentar... Mas, se me permites, nobre amigo, sobre elas nem quero comentar.
- Cite os conceitos físicos apresentados no texto.
- É possível estabelecer uma relação entre tempo e movimento?
- Explique qual a importância apresentada para o “espaço”, que inicialmente foi julgado como largado.
- Existe realmente motivo para lamentar pela “velocidade” e “aceleração”?
- Você conseguiria estabelecer uma relação entre os conceitos físicos apresentados no texto? Qual seria essa relação?



Rapidez

A rapidez é uma medida de quão rapidamente alguma coisa se move, medida por uma unidade de distância dividida por uma unidade de tempo.

Qualquer combinação de unidades de distância e tempo é válida para medir rapidez: para veículos motorizados (ou distâncias grandes), as unidades de quilômetro por hora (km/h) ou milhas por hora (mi/h ou mph) são frequentemente usadas. Para distâncias mais curtas, metros por segundo (m/s) são unidades geralmente mais adequadas.

Velocidade

Na linguagem cotidiana, podemos usar as palavras rapidez e velocidade como sinônimos. Em Física, distinguimos as duas. Simplificadamente, a diferença é que velocidade é a rapidez numa determinada direção e sentido.

Velocidade é uma grandeza vetorial. Grandezas vetoriais são aquelas que para serem expressas corretamente necessitam mais do que apenas um valor numérico, ou seja, são caracterizadas por terem módulo, direção e sentido.





A velocidade mede a rapidez com que um móvel varia a sua posição no decorrer do tempo em relação ao referencial adotado.

Velocidade média – Mede a rapidez média do móvel ao longo do percurso. No cálculo da velocidade média só importam as posições inicial e final e os instantes inicial e final, não importando se houve paradas ou não. Ela é a razão entre o deslocamento escalar realizado por um móvel e o intervalo de tempo em que esse deslocamento ocorre.

A equação matemática que descreve a velocidade é:
$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{s_f - s_i}{t_f - t_i}$$

Velocidade instantânea – A velocidade instantânea de uma partícula no instante t é o módulo de sua velocidade média em um intervalo de tempo muitíssimo pequeno, portanto, Δt muito próximo de zero. Um bom exemplo de aplicação da velocidade instantânea é o valor indicado pelo velocímetro de um carro, quando este está em movimento, pois registra a velocidade naquele momento, podendo no instante seguinte ser um valor maior ou menor.

Considerando que em 1 hora há 3600 segundos, podemos escrever: $\frac{3600 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{3,6 \text{ km}}{1 \text{ h}}$. **Assim, uma regra prática para a conversão das unidades de medida da velocidade escalar é dada por:** $\left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right) \leftarrow \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \rightarrow (\times 3,6)$ $\left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right) \rightarrow \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \rightarrow (\div 3,6)$



Aceleração

Podemos alterar a velocidade de alguma coisa mudando a rapidez de seu movimento, ou mudando sua orientação ou mudando ambos, rapidez e orientação. O quão rapidamente muda a velocidade chama-se aceleração. Este termo aplica-se tanto para diminuição como para aumento na velocidade.

Estamos acelerados sempre que nos movimentamos numa trajetória curva, ainda que nos movamos com uma rapidez constante, porque nossa direção está mudando, assim nossa velocidade está mudando também. Definimos a aceleração como sendo a taxa com que varia a velocidade, englobando as mudanças tanto na rapidez como na direção.

Aceleração média – É a grandeza que indica a variação da velocidade escalar em determinado intervalo de tempo. Matematicamente é definida como: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$

Aceleração instantânea – É a grandeza que indica a aceleração de um corpo em cada instante do seu movimento.



No SI, a unidade da aceleração é $\frac{m}{s^2}$. Veja por que:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{m/s}{s} \Rightarrow a = \frac{m}{s} \cdot \frac{1}{s} \Rightarrow a = \frac{m}{s^2}$$



→ "Ela se move com uma rapidez constante e numa direção constante".

Diga a mesma sentença com menos palavras.

→ O velocímetro de um carro movendo-se para leste marca 100 km/h.

Ele passa por outro carro que se move para o oeste a 100 km/h.

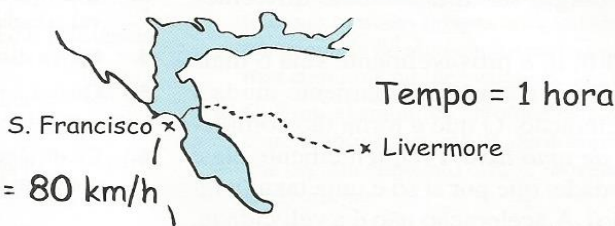
Ambos têm a mesma rapidez? Possuem a mesma velocidade?

→ Em 2,5 segundos um carro aumenta sua rapidez de 60 km/h para 65 km/h, enquanto uma bicicleta vai do repouso para 5 km/h. Qual deles possui maior aceleração? Qual a aceleração de cada um deles?

Recordando!!!

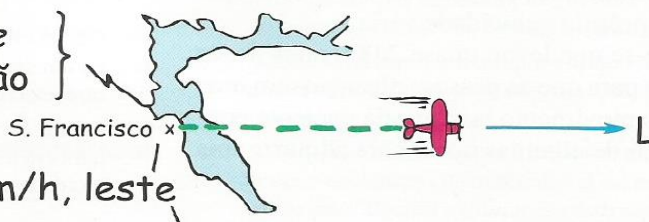
$$\text{Rapidez} = \frac{\text{distância}}{\text{tempo}}$$

$$\text{Rapidez} = \frac{80 \text{ km}}{1 \text{ h}} = 80 \text{ km/h}$$



$$\text{Velocidade} = \left\{ \begin{array}{l} \text{rapidez e} \\ \text{orientação} \end{array} \right\}$$

$$\text{Velocidade} = 300 \text{ km/h, leste}$$



$$\text{Aceleração} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Taxa de} \\ \text{variação da} \\ \text{velocidade} \end{array} \right\} \text{ devido à } \left\{ \begin{array}{l} \text{variação em rapidez} \\ \text{e/ou orientação} \end{array} \right\}$$



Variação em rapidez
mas *não* em orientação



Variação em orientação
mas *não* em rapidez



Variação em rapidez
e orientação



#AgoraéComVocês!





#1 Em uma estrada, o limite de velocidade é de 100 km/h. Pode ser multado um carro que esteja viajando a 30 m/s?

#2 Um ônibus partiu de São Paulo às 8 h e chegou a Santos às 9h20min. Sabendo-se que o espaço percorrido pelo ônibus de um terminal rodoviário a outro foi de 70 km. Determine a velocidade média desenvolvida pelo ônibus nessa viagem, em km/h, m/min e em m/s.

#3 O que significa dizer que a velocidade escalar média:

- (a) de um carro é de 50 km/h?
- (b) de um inseto é de 4 mm/min?
- (c) da luz no vácuo é de 300000 km/s?
- (d) do som no ar é de aproximadamente 330 m/s?

#4 O ruído de um trovão é ouvido num local 3 s depois de ver o raio. Considere que a velocidade do som no ar é de aproximadamente 330 m/s.

- (a) Qual é a distância, em metros, do local em que foi ouvido o trovão até o ponto em que o raio caiu?
- (b) Depois de quanto tempo uma pessoa ouvirá o trovão se ela estiver distante 1980 m do local atingido pelo raio?

#5 (Fatec SP/2003) Um carro faz uma viagem de São Paulo ao Rio. Os primeiros 250 km são percorridos com uma velocidade média de 100 km/h. Após uma parada de 30 minutos para um lanche, a viagem é retomada, e os 150 km restantes são percorridos com velocidade média de

75 km/h. A velocidade média da viagem completa foi, em km/h:

- (a) 60 (b) 70 (c) 80 (d) 90 (e) 100

#6 Dragster é um veículo de corrida dotado de um motor projetado para provas de arrancadas em retas. A corrida de dragster é conhecida pelas grandes acelerações alcançadas: a aceleração de 0 a 100 km/h ocorre em menos de 1 segundo; ao cruzar a linha de chegada, a velocidade passa dos 530 km/h. Considere um dragster que, partindo do repouso atinge a velocidade de 540 km/h em 5 segundos, faça o que se pede:

- (a) Calcule a aceleração do dragster em unidades do SI.
- (b) Admita que, durante uma corrida, um dragster desenvolva uma aceleração constante de módulo igual da aceleração obtida no item anterior e calcule, em km/h, a velocidade atingida 3 s após a largada.

#7 (Uespi-adaptado) Uma propaganda de um automóvel informa que, numa reta, ele vai de zero a 100 km/h em 10 segundos. Qual deve ser a sua aceleração, supondo que ela seja constante?

#8 O que você pode afirmar sobre as acelerações dos carros a partir das frases seguintes?

- (a) Os carros sofreram a mesma variação de velocidade.
- (b) Os carros sofreram variações em suas velocidades no mesmo intervalo de tempo.

#9 Em qual destes casos ocorre maior aceleração: um carro que vai de 20 km/h a



100 km/h em 10 s ou um skatista que ao descer uma megarrampa vai de zero a 80 km/h em 8 s?

#10 (Pucmg) Dizer que um automóvel tem aceleração igual a $1,0 \text{ m/s}^2$ equivale a se afirmar que:

(a) a cada segundo sua velocidade aumenta de 3,6 km/h.

(b) a cada hora sua velocidade aumenta de 1,0 m/s.

(c) a cada hora sua velocidade aumenta de 60 km/h.

(d) a cada segundo sua velocidade diminui de $\frac{1}{3,6} \text{ km/h}$.

(e) a cada segundo sua velocidade diminui de 60 km/h.

Bibliografia

FUKUI, A.; MOLINA, M. M.; OLIVEIRA, V. S. **Ser protagonista: Física**, 1º ano: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. Tradução Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

PIETROCOLA, M. et al. **Física em contexto: pessoal, social e histórico: movimento, força, astronomia**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010. (Coleção física em contexto: pessoal, social, histórico; v. 1.)

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **Conteúdo Básico Comum** – Física (2007). Educação Básica – Ensino Médio.



Aula 3 – Introdução a Composição de Movimento

Objetivos	Conteúdos trabalhados	Tempo estimado	Avaliação
✓Apresentar os movimentos compostos como resultado de movimentos parciais e simultâneos; ✓Justificar a independência do movimento de um corpo, segundo a horizontal e a vertical; ✓Reconhecer a composição do movimento em algumas atividades do cotidiano.	✓Composição de movimento.	Uma aula de 45 a 50 minutos.	Questões que serão propostas no decorrer da aula e uma lista de exercícios.

Um pouco de literatura não faz mal a ninguém!

Defenestração – Luís Fernando Veríssimo

[...] Mas nenhuma palavra me fascinava tanto quanto defenestração. A princípio foi o fascínio da ignorância. Eu não sabia o seu significado, nunca me lembrava de procurar no dicionário e imaginava coisas. Tinha até um certo tom lúbrico. Galanteadores de calçada deviam sussurrar no ouvido das mulheres:

— Defenestras?

A resposta seria um tapa na cara. Mas algumas... Ah, algumas defenestravam.

Também podia ser algo contra pragas e insetos. As pessoas talvez mandassem defenestrar a casa. Haveria, assim, defenestradores profissionais.

Ou quem sabe seria uma daquelas misteriosas palavras que encerravam os documentos formais? "Nestes termos, pede defenestração..." Era uma palavra cheia de implicações. Devo até tê-la usado uma ou outra vez, como em:

— Aquele é um defenestrado.

Dando a entender que era uma pessoa, assim, como dizer? Defenestrada. Mesmo errada, era a palavra exata.

Um dia, finalmente procurei no dicionário. E aí está o Aurelião que não me deixa mentir. "Defenestração" vem do francês "defenestration". Substantivo feminino. Ato de atirar alguém ou algo pela janela.

Ato de atirar alguém ou algo pela janela!

Acabou a minha ignorância mas não a minha fascinação. Um ato como este só tem nome próprio e lugar nos dicionários por alguma razão muito forte. Afinal, não existe, que eu saiba, nenhuma palavra para o ato de atirar alguém ou algo pela porta, ou escada abaixo. Por que, então, defenestração?

Talvez fosse um hábito francês que caiu em desuso. Como o rapé. Um vício como o tabagismo ou as drogas, suprimindo o tempo.



— *Les defenestrations. Devem ser proibidas.*

— *Sim, monsieur le Ministre.*

— *São um escândalo nacional. Ainda mais agora, com os novos prédios.*

— *Sim, monsieur le Ministre.*

— *Com os prédios de três, quatro andares, ainda era admissível. Até divertido. Mas daí para cima vira crime. Todas as janelas do quarto andar para cima devem ter um cartaz: "Interdit de defenestrer". Os transgressores serão multados. Os reincidentes serão presos.*

Na bastilha, o Marquês de Sade deve ter convivido com notórios defenestreus. E a compulsão, mesmo suprimida, talvez ainda persista no homem, como persiste na sua linguagem. O mundo pode estar cheio de defenestradores latentes.

— *É esta estranha vontade de atirar alguém ou algo pela janela, doutor...*

— *Hmm. O impulsus defenestrex de que nos fala Freud. Algo a ver com a mãe. Nada com o que se preocupar – diz o analista, afastando-se da janela.*

Quem entre nós nunca sentiu a compulsão de atirar alguém ou algo pela janela? A basculante foi inventada para desencorajar

a defenestração. Toda a arquitetura moderna, com suas paredes externas de vidro reforçado e sem aberturas, pode ser uma reação inconsciente e esta volúpia humana, nunca totalmente dominada.

Na lua-de-mel, numa suíte matrimonial do 17º andar.

— *Querida...*

— *Mmmm?*

— *Há uma coisa que eu preciso lhe dizer...*

— *Fala, amor.*

— *Sou um defenestrador.*

E a noiva, na sua inocência, caminha para a cama:

— *Estou pronta para experimentar tudo com você. Tudo!*

Uma multidão cerca o homem que acaba de cair na calçada. Entre gemidos, ele aponta para cima e balbucia:

— *Fui defenestrado...*

Alguém comenta:

— *Coitado. E depois ainda atiraram ele pela janela!*

Agora mesmo me deu uma estranha compulsão de arrancar o papel da máquina e defenestrar esta crônica. Se ela sair é porque resisti.

É comum imaginar que Física e Literatura não partilham de nada em comum, contudo o autor da crônica foi muito feliz em utilizar um termo pouco conhecido defenestração. Não temos a intenção de atirar ninguém pela janela, contudo o fato de atirar ou lançar objetos é muito comum na Física e seu estudo tem aplicações tanto para indústria bélica quanto para corridas espaciais e até mesmo nos esportes. O que acaba tornando esse estudo uma das questões mais importantes da Cinemática.



Existe Física nos esportes?

Reúna-se com seus colegas e observe as fichas entregue por seu professor. Cada uma delas contém um resumo sobre uma modalidade de esporte.

- Cite algumas das grandezas física que seu grupo acredita que estão relacionadas com a modalidade de esporte apresentada.
- Existe algo em comum entre as modalidades de esportes que foram apresentadas?
- Existe realmente alguma relação entre a Física e o esporte?
- O que os esportes apresentados nas fichas possuem em comum com o termo defenestração?
- E quanto a trajetória do objeto utilizado nas modalidades de esporte apresentada existe alguma relação?

Nos esportes, encontramos uma série de situações envolvendo uma série de situações envolvendo movimentos que permitem a análise por meio das direções perpendiculares a eles associadas. O movimento de uma bola lançada por um atleta, por exemplo, pode ser estudo em relação aos deslocamentos nos eixos horizontal e vertical. Da mesma maneira, o movimento de um esportista de saltos ornamentais pode ser subdividido, para efeitos de estudos, nas direções desses eixos: enquanto o atleta desce verticalmente, se distancia horizontalmente do trampolim do qual saltou.

Movimentos desse tipo podem ser estudados como se fossem realizados, de maneira independente, nas duas direções. Fazendo isso, estaremos decompondo o movimento.



É comum em desenhos animados como, por exemplo, Tom e Jerry, Papa-Léguas e Coiote, Pica-Pau, Pernalonga e Patolino, Frajola e Piu-Piu entre outros, um personagem correndo atrás de outro sobre uma mesa ou perto de um precipício. Sem que percebam, a mesa ou o solo



vertical.

→ Em sua opinião, como deveria ser o movimento dos personagens?



Quando um objeto realiza um deslocamento que é resultante de vários movimentos componentes, cada um deles ocorre como se os demais não existissem.

Uma observação muito interessante pode ser feita a partir de um experimento. Se abandonarmos um corpo a determinada altura do solo e, simultaneamente, lançarmos na horizontal um segundo corpo, a partir da mesma altura, ambos chegam ao solo no mesmo instante. Esse fato foi observado por Galileu e descrito em seu livro *Diálogo sobre dois maiores sistemas do mundo*, em 1632, ao analisar a queda de uma bala de canhão do alto do mastro de um navio em movimento.

O fato de os corpos chegarem ao solo ao mesmo tempo demonstra que a componente horizontal da velocidade inicial não interfere no movimento vertical. Esse fato é conhecido como princípio da independência dos movimentos.

Galileu Galilei foi o primeiro a estudar com mais detalhes o lançamento de projéteis afirmando que a trajetória descrita por um objeto em tal movimento possui um formato parabólico.



CineFut

No intuito de fixar o conhecimento adquirido as atividades que se seguem serão desenvolvidas com base em um jogo que aborda o conteúdo de lançamento de projéteis.

Trata-se é um software em formato de jogo que utiliza o sensor de movimentos kinect para a captura de comandos feitos pelo usuário. Para sua utilização três comandos são importantes, a saber, o braço direito escolhe o ângulo de lançamento, a perna direita chuta a bola e determina a velocidade inicial e o último, o braço esquerdo pausa o jogo. Ele é apresentado em quatro fases independentes e sua seleção se dá manualmente. Ainda é possível optar por uma visualização do sistema de coordenadas, a trajetória descrita pela bola, o vetor das componentes das velocidades e o vetor resultante.

FÓRMULAS:

$$x(t) = x_0 + v_0 \cdot \cos(40^\circ) \cdot t$$
$$y(t) = y_0 + v_0 \cdot \sin(40^\circ) \cdot t - \frac{(g \cdot t^2)}{2}$$

OBJETIVO:
Qual o ângulo inicial de lançamento para obter alcance máximo?



#AgoraéComVocês!



As atividades devem ser realizadas em grupo e observando a primeira fase do CineFut. Não se preocupem em vencer a etapa, mas em realizar as atividades propostas.

#1 Escolha três ângulos distintos para o lançamento da bola.

→ Todos atingiram o mesmo alcance?

→ E a altura para os três casos foi a mesma?

→ Faça em um único desenho as três trajetórias encontradas.

→ Para você existe uma relação entre altura e o ângulo de lançamento? E para o alcance e o ângulo? Explique seu pensamento.

#2 Agora escolha uma velocidade menor do que 9 m/s e repita a operação os ângulos escolhidos no exercício anterior.

→ Houve alguma mudança na trajetória da bola?

→ Para você existe alguma relação entre a velocidade de lançamento e a trajetória da bola?

#3 Observe que a bola possui duas “setas”, essas setas na Física são chamados de vetores veremos isso mais a frente. O acontece com a “seta” que fica na horizontal? E a que fica na vertical?

#4 O que acontece com o vetor da vertical quando a bola chega na altura máxima? Você teria uma explicação para esse fenômeno?

Bibliografia

BONJORNO, J. R. et al. **Física:** mecânica, 1º ano. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

DICIONÁRIO OLÍMPICO. **Modalidades.** Disponível em < <http://www.dicionarioolimpico.com.br/>>. Acesso em 25 jan. 2018.

FUKUI, A.; MOLINA, M. M.; OLIVEIRA, V. S. **Ser protagonista:** Física, 1º ano: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

PIETROCOLA, M. et al. **Física em contexto:** pessoal, social e histórico: movimento, força, astronomia. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010. (Coleção física em contexto: pessoal, social, histórico; v. 1.)

SILVA, C. X.; BARRETO, B. F. **Física aula por aula:** mecânica. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010. (Coleção física aula por aula; v. 1.)

VERÍSSIMO, L. F. **Comédias para se ler na escola.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2010.



Atletismo – Lançamentos

No lançamento de dardo, o atleta corre para tomar impulso e usa uma pista de corrida e lançamento com 34,9m de comprimento e 4m de largura, fazendo um giro rápido com o corpo para lançar. O dardo sai das mãos do atleta com uma velocidade de 100km/h. A marca obtida pelo atleta é medida pelos juízes, desde o limite da zona de lançamento até ao primeiro ponto onde o dardo tocou no chão. No lançamento, o dardo precisa ser pego pela empunhadura e lançado por cima do braço levantado ou dos ombros. Além disso, é proibido ao atleta se virar completamente, de modo que seu rosto fique em direção contrária ao lançamento.

Disponível em <<http://www.dicionarioolimpico.com.br/atletismo/cenario/lancamento-de-dardo>>



Atletismo – Salto em Distância

O salto em distância é uma prova na qual os atletas devem percorrer uma raia da pista correndo e saltar, caindo com os dois pés em uma caixa de areia. O vencedor da prova é o atleta que conseguir saltar a maior distância. Para validar o seu salto, o atleta, que tem direito a três tentativas, deve dar o último passo e o salto antes de atingir uma linha branca marcada na raia.

Disponível em <<http://www.dicionarioolimpico.com.br/atletismo/cenario/salto-em-distancia>>

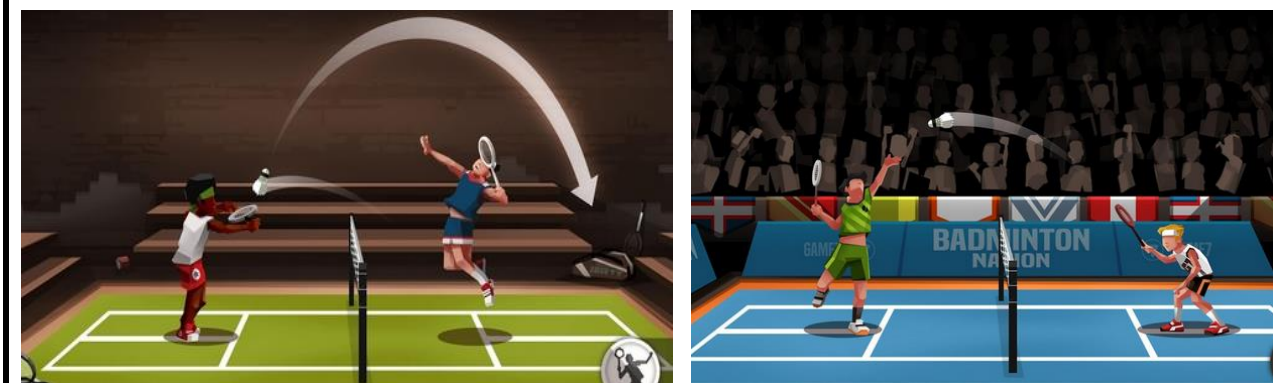




Badminton

O badminton é um esporte disputado nas modalidades simples e em duplas. O objetivo dos jogadores é o de golpear a peteca com a ajuda de uma raquete de modo a dificultar a recepção do adversário. Um jogador ou dupla marca um ponto quando a peteca atinge o chão da quadra adversária ou quando o oponente lança a peteca para fora dos limites da quadra. A peteca, ao ser golpeada pelos jogadores, pode atingir mais de 300 km/h. O jogo é dividido em *sets*. Os jogadores disputam pelo melhor resultado de 3 *sets*. Para vencer um *set* é necessário marcar 21 pontos com dois pontos de diferença do adversário. No entanto, caso haja empate em 29 pontos, o jogador ou dupla que marcar o ponto de número 30, vence o *set*. O jogo individual é disputado nas modalidades masculina e feminina. O jogo de duplas apresenta confrontos nas modalidades masculina, feminina e mista. Ainda que as marcações da quadra sejam as mesmas para os jogos de simples e de duplas, a área válida para o jogo de simples é de 13,4 X 5,18 m e, para o jogo de duplas, de 13,4 X 6,1m. A quadra é dividida por uma rede e possui linhas laterais de simples e de duplas, linhas de saque longo para simples e duplas, linhas de saque curto e uma linha central paralela às linhas laterais.

Disponível em < <http://www.dicionarioolimpico.com.br/badminton>>.





Voleibol

O voleibol é um esporte disputado por dois times que têm como objetivo lançar uma bola por cima de uma rede e fazer com que ela atinja o chão da quadra adversária, marcando, assim, um ponto. A quadra onde o jogo ocorre mede 18 X 9m e é dividida por uma rede, de modo que cada lado meça 9 X 9m. Cada time é formado por seis jogadores e ocupa um dos lados da quadra. Cada vez que recebem a bola, os times podem tocá-la apenas três vezes. O jogo é dividido por sets e intervalos entre os sets. Vence o jogo o time que, alcançando o número de pontos necessários, conquistar três sets. Disponível em < <http://www.dicionarioolimpico.com.br/voleibol>>.





Basquetebol

O basquetebol é um esporte de bola no qual dois times, com cinco jogadores cada, buscam marcar pontos ao converter cestas na quadra do time adversário. As cestas podem valer 1, 2 ou 3 pontos, dependendo da situação ou do local de onde partiu o arremesso. Os jogadores devem se movimentar pela quadra utilizando apenas as mãos para conduzir a bola, sendo que, ao se deslocar com a posse de bola, o jogador deve driblá-la. Durante a partida, as equipes fazem uso de uma série de fundamentos técnicos – como dribles, passes e arremessos – e ações táticas – diferentes sistemas de ataque e de defesa. No basquetebol, as partidas são divididas em quatro períodos de 10 minutos e não podem terminar empatadas. No caso de empate, o jogo tem tantos períodos suplementares de 5 minutos quanto forem necessários para que ele seja desfeito. Ganha a equipe que obtiver o maior número de pontos ao final do jogo. Nos Jogos Olímpicos desde Berlim 1936 com a disputa masculina e desde Montreal 1976 com a feminina, doze equipes disputam a medalha em cada categoria atualmente.

Disponível em < <http://www.dicionarioolimpico.com.br/basquetebol>>.





Futebol

O futebol é um esporte em que duas equipes com 11 jogadores se enfrentam com o objetivo de marcar o maior número de gols na meta da equipe adversária. À exceção do goleiro, não é permitido aos jogadores tocar a bola com as mãos. A partida se divide em dois tempos de 45 minutos e ganha o time que fizer mais gols. Em fases eliminatórias das Olimpíadas, caso os jogos terminem empatados, os times jogam 30 minutos de prorrogação. Se o empate persistir, o resultado do jogo é determinado pela cobrança de pênaltis. O futebol se tornou esporte olímpico em 1900, somente na modalidade masculina. A categoria feminina foi incluída em 1996, nos jogos de Atlanta. O campeonato masculino permite a participação de jogadores com, no máximo, 23 anos, sendo que apenas três integrantes do time podem ultrapassar essa idade. Na modalidade feminina, não há restrições de faixa etária.

Disponível em < <http://www.dicionarioolimpico.com.br/futebol> >

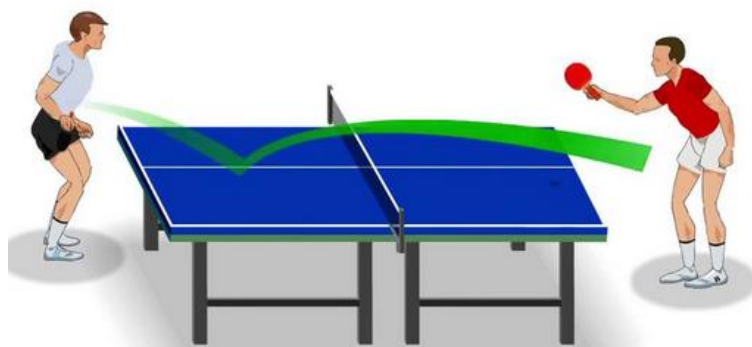




Tênis de Mesa

O tênis de mesa é um esporte disputado nas modalidades individual e por equipes. O objetivo dos jogadores é o de golpear a bola com a ajuda de uma raquete de modo a dificultar a recepção do adversário. Um jogador marca um ponto quando o adversário não consegue fazer a devolução da bola antes do segundo quique. A bola, ao ser golpeada pelos jogadores, pode atingir mais de 150km/h, fazendo com que o tênis de mesa seja um jogo de muita velocidade. O jogo é dividido em *sets*. Os jogos de simples são disputados pelo melhor resultado de 7 *sets*, enquanto os jogos de equipes são compostos por 5 jogos, sendo 4 de simples e 1 de duplas, e disputados pelo melhor resultado de 5 *sets*. Nas duas modalidades, para vencer um *set*, os jogadores precisam alcançar 11 pontos, com dois pontos de vantagem em relação ao adversário. O jogo ocorre em um ginásio, mas os golpes são executados sobre uma mesa, que deve medir 2,74m de comprimento X 1,72m de largura X 0,76m de altura. A mesa deve ser de cor escura e fosca e demarcada por linhas laterais, uma linha central paralela às linhas laterais, linhas de fundo e dividida por uma rede paralela às linhas de fundo.

Disponível em < <http://www.dicionarioolimpico.com.br/tenis-de-mesa>>.





Tênis

O tênis é um esporte em que dois jogadores ou duas duplas se enfrentam com o objetivo de marcar pontos na quadra adversária ao golpear a bola com a ajuda de uma raquete. O jogo de simples, como é chamada a disputa individual, possui as modalidades masculina e feminina. O jogo de duplas apresenta confrontos nas modalidades masculina, feminina e mista. Após a bola passar para a quadra de um jogador ou de uma dupla, ela pode tocar o chão da quadra apenas uma vez antes de ser golpeada por um jogador. Assim, um jogador ou uma dupla marca um ponto quando o adversário não consegue golpear a bola antes do segundo quique na quadra, quando o adversário lança a bola para fora dos limites da quadra ou quando a bola toca a rede. Ainda que as marcações da quadra sejam as mesmas para os jogos de simples e de duplas, a área válida para o jogo de simples é de 23,77 X 8,23 m e, para o jogo de duplas, de 23,77 X 10,97 m. O jogo é dividido em *sets*. Durante os *sets*, os jogadores disputam *games* que são compostos por *rallys*. Para vencer o jogo, é necessário obter o melhor resultado de três *sets*, com exceção da final de simples masculina, que é disputada pelo melhor resultado de 5 *sets*.

Disponível em < <http://www.dicionarioolimpico.com.br/tenis>>





Aula 4 – Um pouco de Matemática – Trigonometria e Vetores

Objetivos	Conteúdos trabalhados	Tempo estimado	Avaliação
✓ Resolver problemas que envolvam as razões trigonométricas seno e cosseno. ✓ Abordar o conceito de vetor como representação de um fenômeno que tem direção e sentido. ✓ Apresentar grandezas vetoriais por suas características e distingui-las das grandezas escalares. ✓ Decomposição de um vetor.	✓ Trigonometria triângulo retângulo. ✓ Decomposição de vetores.	Duas aulas de 45 a 50 minutos.	Questões que serão propostas no decorrer da aula e uma lista de exercícios.

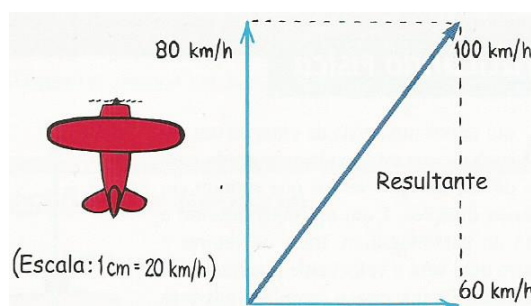
Vetores

Qualquer quantidade que requeira tanto valor como direção e sentido para ser descrita de maneira completa é uma quantidade vetorial (ou grandeza vetorial). Exemplos de quantidades vetoriais incluem velocidade, aceleração e deslocamento. Diferentemente, uma quantidade que pode ser descrita apenas pelo seu valor ou magnitude, sem envolver direção e sentido é chamada de quantidade escalar (ou grandeza escalar). Massa, volume e rapidez são quantidades escalares.

Uma quantidade vetorial é representada de maneira facilitada através de uma flecha. Quando o comprimento da flecha for traçado em escala, a fim de representar o valor da quantidade, e a direção e o sentido da flecha indica a direção e o sentido da quantidade, nos referimos à flecha como um vetor.

Velocidade como vetores

Lembre-se que a diferença entre rapidez e velocidade é que rapidez é uma medida de “quão ligeiro” e velocidade é uma medida de quão ligeiro juntamente com “em que direção e sentido”. Se o velocímetro de um carro marca 100 km/h, você sabe a rapidez. Se existir uma bússola no painel de instrumentos, indicando que o carro está se movendo na direção norte, por exemplo, você sabe sua velocidade, 100 km/h para o norte. Saber sua velocidade é conhecer sua rapidez e sua direção e sentido.





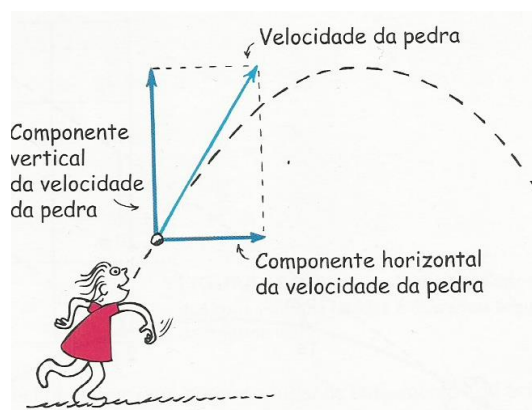
Considere um aeroplano voando na direção norte a 80 km/h em relação ao ar nas vizinhanças. Suponha que o avião seja apanhado por um vento que sopra formando um ângulo de 90° com sua direção. Se este exemplo for representado vetores numa escala de 1 cm para 20 km/h, temos que os 80 km/h são representados por um vetor de 4 cm, e o vento de través de 60 km/h pelo de 3 cm. A diagonal representada o resultado desse encontro, ou seja, essas duas velocidades atuando sobre o avião fazem ele se mover para um lugar diferente de sua rota. E mede 5 cm, o que representa 100 km/h em relação ao solo, numa direção entre norte e nordeste.



→ Considere um barco a motor que normalmente viaja 10 km/h na água parada. Se o barco for orientado, formando um ângulo reto com a correnteza, que também flui a 10 km/h, qual será sua velocidade em relação à margem?

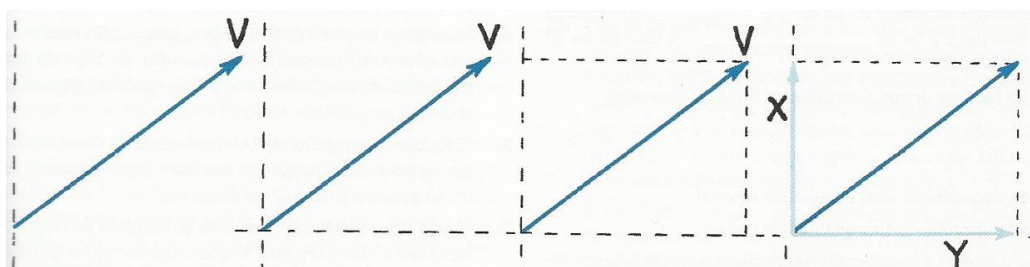
Componentes de vetor

Exatamente como dois vetores perpendicularmente podem ser combinados em um vetor resultante, qualquer vetor pode ao contrário ser “decomposto” em dois vetores componentes mutuamente perpendiculares. Estes dois vetores são conhecidos como as componentes daquele vetor que são capazes de substituir. O processo de determinação das



componentes de um vetor é conhecido como decomposição. Qualquer vetor desenhado numa folha de papel pode ser decomposto numa componente vertical e noutra horizontal.

Um vetor $\vec{V}$ é desenhado na direção apropriada para representar uma quantidade vetorial. Então, linhas vertical e horizontal (eixos) são traçadas na cauda do vetor. Em seguida desenha-se um retângulo em que $\vec{V}$ é a sua diagonal. Os lados desse retângulo são as componentes desejadas, os vetores $\vec{X}$ e $\vec{Y}$. Por outro lado, note que a soma vetorial de $\vec{X}$ com $\vec{Y}$ é $\vec{V}$.





Recordando a Matemática

A Ciência e as condições de vida humana avançaram significativamente depois que a Ciência e a Matemática integraram-se. Quando as ideias da Ciência são expressas em termos matemáticos, elas não são ambíguas. As equações científicas proveem expressões compactas das relações entre os conceitos. Quando as descobertas sobre a natureza são expressas matematicamente, é mais fácil comprová-las ou negá-las através de experimentos. A estrutura matemática da Física está evidente em muitas equações.

Ângulos complementares – Quando a soma das medidas de dois ângulos é igual a 90° , os ângulos são denominados complementares.

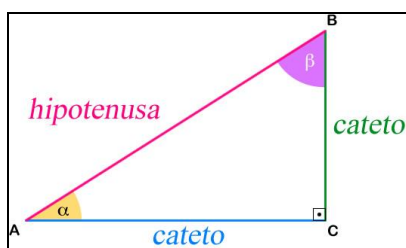
Ângulos suplementares – Quando a soma das medidas de dois ângulos é igual a 180° , os ângulos são denominados suplementares.



→ Quanto vale o triplo da medida do complemento do ângulo de medida igual a 72° ?

Triângulo retângulo – É a figura geométrica que ocupa o espaço interno limitado por três segmentos de reta que concorrem, dois a dois, em três pontos diferentes formando três lados e três ângulos internos que somam 180° . Os triângulos podem ser classificados conforme a relação entre seus lados ou entre seus ângulos. Quanto aos ângulos, o triângulo que possui um de seus ângulos medindo 90° é classificado como triângulo retângulo.

No triângulo retângulo, o lado oposto ao ângulo reto é chamado de hipotenusa e os outros, de catetos.



Os ângulos agudos de um triângulo retângulo são complementares.

$$\alpha + \beta = 90^\circ$$





Relações trigonométricas no triângulo retângulo – As razões entre os lados de um triângulo retângulo são chamadas de razões trigonométricas.

$$\text{sen } \alpha = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\text{cos } \alpha = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}}$$

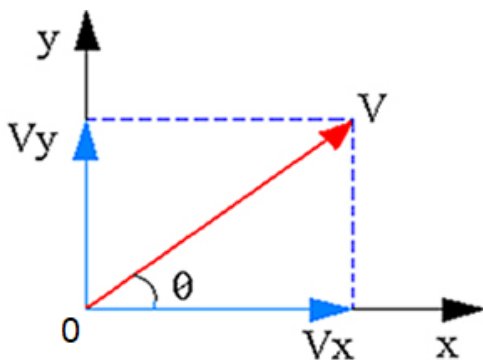
$$\text{tg } \alpha = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$$

	30°	45°	60°
SENO	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
COSSENO	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$
TANGENTE	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$

Voltando para os vetores

Geralmente, um problema de Física fornece um ângulo e uma grandeza para definir um vetor; você mesmo tem que encontrar as componentes. A componente X é um escalar (um número, não vetor) e é escrito assim: v_x . A componente Y do vetor é v_y . Portanto, você pode dizer que $v = (v_x, v_y)$.

Mas como calcular o valor de cada componente? Para isso é necessário relacionar cada lado do triângulo retângulo. Observe na figura que a região formada por OVV_x é um triângulo retângulo e que a medida na vertical de V_x até V é igual ao V_y , assim



$$\text{sen } \theta = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}} \Rightarrow \text{sen } \theta = \frac{V_y}{V} \Rightarrow V \times \text{sen } \theta = V_y$$

$$\text{cos } \theta = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}} \Rightarrow \text{cos } \theta = \frac{V_x}{V} \Rightarrow V \times \text{cos } \theta = V_x$$

$$\begin{aligned} V_x &= V \times \text{cos } \theta \Rightarrow V_x = \frac{V_y}{\tan \theta} \\ V_y &= V \times \text{sen } \theta \Rightarrow V_y = V_x \times \tan \theta \\ V &= \frac{V_y}{\text{sen } \theta} \Rightarrow V = \frac{V_x}{\text{cos } \theta} \end{aligned}$$



#AgoraéComVocês!



As atividades devem ser realizadas em grupo e observando a terceira fase do CineFut.

#1 Na terceira fase do jogo você deve lançar a bola duas vezes com ângulos diferentes, mas que atinjam o mesmo alcance. Assim, você e sua equipe realizará esta atividade três vezes escolhendo ângulos de medidas aleatórias.

→ Anote todos os resultados encontrados, mesmo aqueles que não são as respostas corretas para vencer a fase.

→ Quais foram os ângulos escolhidos? Quais os resultados obtidos para vencer a fase?

→ Existe relação entre os resultados obtidos para vencer a fase e os valores que você e sua equipe escolheram?

#2 Para cada valor de ângulo utilizado no exercício anterior calcule a componente vertical e horizontal da velocidade, ou seja, v_x e v_y .

#3 Considere que a bola gaste aproximadamente 7 segundos para atingir o solo desde o momento em que foi lançada.

→ Calcule, para cada componente horizontal da velocidade, a distância percorrida pela bola.

→ Você encontrou alguma relação entre os resultados obtidos?



#ParaCasa!



#1 Cite três exemplos de uma grandeza vetorial. e três exemplos de uma grandeza escalar.

#2 Por que a rapidez é considerada um escalar e a velocidade um vetor?

#3 O que é a regra do paralelogramo? De acordo com essa regra, a diagonal do paralelogramo representa que quantidade?

#4 Quando um par de vetores são perpendiculares entre si, a resultante é sempre maior que qualquer dos vetores separadamente?

#5 Um projétil é lançado em um ângulo de 75° com a horizontal e atinge o chão a uma certa distância horizontal. Com a mesma rapidez no momento do lançamento, para que valor de ângulo de lançamento esse projétil teria o mesmo alcance?

#6 Uma mesma bola é golpeada por cada um dos dois jogadores, e parte com a mesma velocidade, 3,5 m/s, mas uma delas formando 60° com a horizontal e a outra 30° também com a horizontal. Qual delas vai mais longe? Qual delas atinge primeiro o gramado? (Ignore a resistência do ar)



Bibliografia

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. Tradução Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

HOLZNER, S. **Física para Leigos**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2009.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **Conteúdo Básico Comum** – Matemática (2007). Educação Básica – Ensino Médio.

TRIÂNGULO. In: **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Disponível em: <
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Tri%C3%A2ngulo>>. Acesso em: 28 jan 2018.



Aula 5 – Movimento Uniforme

Objetivos	Conteúdos trabalhados	Tempo estimado	Avaliação
✓ Saber descrever o movimento de um corpo em movimento retilíneo uniforme. ✓ Resolver problemas envolvendo velocidade, deslocamento e tempo no movimento retilíneo uniforme.	✓ Movimento Uniforme.	Duas aulas de 45 a 50 minutos.	Questões que serão propostas no decorrer da aula e uma lista de exercícios.



O gol que o Pelé não fez!

Para começar nossa aula, assista a reportagem sobre um gol muito famoso do Pelé. O gol que ele não fez! Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=Xul9YKLLyT4>.

- Anote todas as informações que você puder que estão relacionadas com a Física.
- Dessas informações quais estão relacionadas com o que você já estudou ou tem estudado em Física.
- Como foi a trajetória feita pela bola após o chute do Pelé? Você saberia nomeá-la?
- Considerando a distância alcançada e a velocidade inicial, você saberia encontrar o ângulo com que a bola foi lançada?

Pegando um “impulso”



Um dos fundamentos do futebol é o cruzamento. Nele, um jogador dá um chute de longa distância de tal modo que a bola, lançada no ar, caia na área do time adversário, de preferência nos pés ou na cabeça de um dos jogadores da sua equipe, que tentará marcar o gol.

O jogador de futebol não estuda Cinemática para cruzar a bola com eficiência. Isso se aprende na prática, com repetição e treino. Nas guerras é necessário realizar cálculos exatos a fim de tornar um ataque o mais eficaz possível. Um tiro de canhão ou um lançamento de míssil são algumas das situações em que diversas variáveis devem ser calculadas para que os alvos sejam atingidos.

Ambas as situações – a bola cruzada no campo e o projétil lançado de canhão – são exemplos do que em Física chamamos de **lançamento oblíquo**. Um arremesso de bola de basquete, um salto à distância, um lançamento de dardo também são exemplos de lançamento oblíquos.

Os lançamentos oblíquos são situações que podem ser estudadas pelo princípio da independência dos movimentos, de Galileu. Para verificar como isso é possível, vamos



descobrir como uma bola cruzada deve ser chutada para que atinja a **distância máxima** ao tocar o solo.

Nesse caso, de acordo com o princípio da composição dos movimentos, de Galileu, o lançamento oblíquo pode ser considerado resultante da composição de dois movimentos que se realizam simultaneamente: um na horizontal (x) e outro na direção vertical (y).

A componente horizontal do movimento da bola mantém-se constante, pois nessa direção não existe aceleração. Logo, na direção horizontal o corpo realiza um movimento retilíneo e uniforme com velocidade $\vec{V}_{0x}$.

Desprezando a resistência do ar sobre a bola, sua trajetória será parabólica em relação à Terra, por causa da gravidade.



Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Agora vamos estudar um tipo particular de movimento, em que o módulo da velocidade se mantém constante. A esse tipo de movimento dá-se o nome de movimento uniforme (MU). Se o movimento também for em linha reta e sempre no mesmo sentido, então será chamado de movimento retilíneo uniforme (MRU).

No movimento uniforme, as distâncias percorridas são iguais para intervalos de tempos iguais e a velocidade escalar instantânea é igual à velocidade escalar média em todos os instantes.

Assim, o estudo do movimento retilíneo uniforme de um ponto material se resume ao estudo da variação da posição desse ponto material com o tempo.

Função de posição de um móvel

A descrição dos movimentos retilíneos uniformes (MRU) é feita por meio de uma expressão matemática que descreve a posição de um móvel em função do tempo. A essa expressão dá-se o nome de função de posição ou equação horária da posição no MRU.

Essa é a função da posição de um móvel em movimento uniforme. Se a escolha do instante inicial for zero, isso significa que a contagem de tempo começa com o cronômetro zerado.

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{S - S_0}{t - t_0} \quad (\text{fazendo } t_0 = 0) \Rightarrow v = \frac{S - S_0}{t - 0} \Rightarrow v = \frac{S - S_0}{t} \Rightarrow v \cdot t = S - S_0$$

$$S = S_0 + v \cdot t$$



Componente horizontal do movimento no lançamento oblíquo (MRU)

Como estamos estudando o lançamento oblíquo a função horária das posições que o MRU sofre uma pequena alteração, pois estamos trabalhando apenas com a componente horizontal da velocidade.

$$S = S_0 + v_{0x} \cdot t \Rightarrow (\text{como } v_{0x} = v_0 \times \cos \theta) \Rightarrow S = S_0 + (v_0 \times \cos \theta) \cdot t$$



Antes de continuarmos vamos praticar um pouco do que estamos estudando. Reunidos em grupo tentem resolver a primeira fase do CineFut.

O objetivo dessa fase é lançar a bola de modo que ela atinja a maior distância possível. Para isso cada grupo terá três tentativas para realizar a tarefa.

→ Anote os valores dos ângulos que vocês escolheram.

→ Observe o vetor da componente horizontal da velocidade para cada lançamento, o que se pode dizer a seu respeito?

→ Considerando que a velocidade inicial de lançamento foi de 9 m/s, calcule v_{0x} para cada um dos ângulos que vocês escolheram.

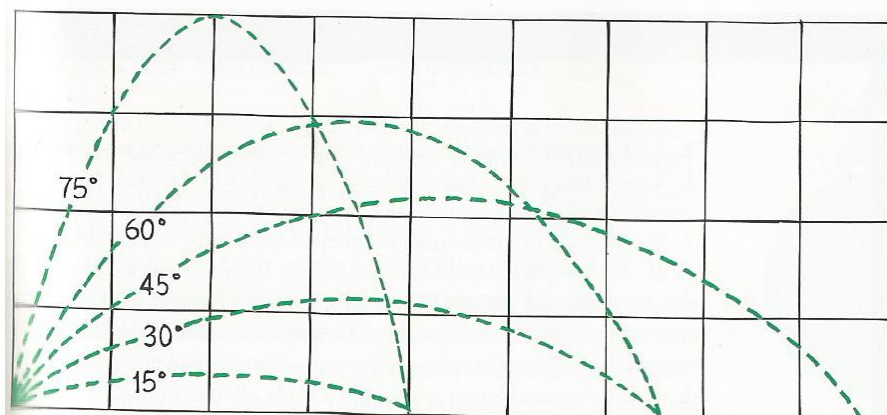
→ Conte quantos segundos, aproximadamente, a bola permanece em movimento e estime a distância percorrida para cada ângulo de lançamento.

→ Sua equipe conseguiu vencer a fase? Qual foi o valor do ângulo de lançamento?

Alcance máximo

A distância horizontal entre o ponto de lançamento e o ponto de queda do corpo é denominada alcance e é máxima quando o ângulo de lançamento é igual a 45° . Alcances menores são obtidos para quaisquer outros ângulos de lançamento. Vale lembrar, que para isso o ponto de partida e de chegada o objeto deve estar sobre o mesmo nível.

Um mesmo alcance pode ser obtido, com a mesma velocidade inicial, quando se utilizam dois ângulos de lançamento diferentes que são complementares, ou seja, dois ângulos cuja soma é 90° .



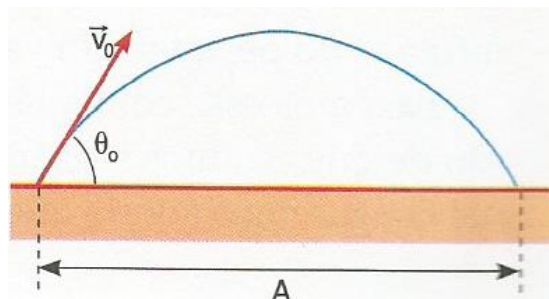


#AgoraéComVocês!

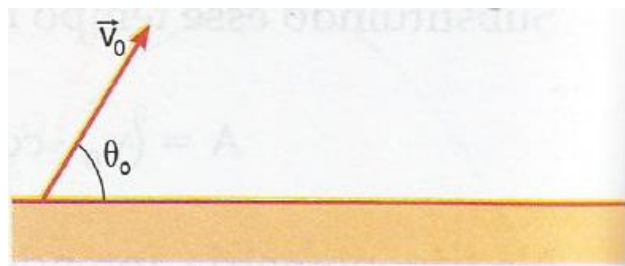


#1 Uma pedra é arremessada com um certo ângulo. O que acontece com a componente horizontal de sua velocidade enquanto ela está subindo? E enquanto está descendo?

#2 Num local em que $g = 10 \text{ m/s}^2$, uma partícula é lançada a partir do solo com velocidade $\vec{v}_0$, formando um ângulo θ_0 com a horizontal, como ilustra a figura ao lado. Sabendo que $v_0 = 20 \text{ m/s}$, $\sin \theta_0 = 0,60$ e $\cos \theta_0 = 0,80$, calcule o alcance da partícula.



#3 Numa região em que $g = 10 \text{ m/s}^2$, uma partícula é lançada a partir do solo com velocidade $\vec{v}_0$ formando um ângulo θ_0 com a horizontal, como ilustra a figura. Sabendo que $|\vec{v}_0| = 40 \text{ m/s}$, pede-se:



→ Para que valor de θ_0 o alcance será máximo?

→ Qual é o valor do alcance máximo?

#4 (Unicamp-SP) Ao bater o tiro de meta, um goleiro chuta a bola parada de forma que ela alcance a maior distância possível. No chute, a bola atinge o campo a uma distância de 40 m. Despreze a resistência do ar e considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

→ Qual o ângulo de tiro do chute do goleiro?

→ Qual a intensidade do vetor velocidade inicial da bola?

#5 Voltando a falar sobre o gol que o Pelé não fez. Agora você saberia calcular qual foi o ângulo com que a bola foi lançada?

#6 A função horária das posições de um ciclista em MRU é $S = 200 - 5t$, no SI.

→ Determine o instante em que o ciclista passa pela origem das posições.

→ Esboce essa trajetória e represente a posição do ciclista nos instantes 0 e 30s.



Bibliografia

BONJORNO, J. R. et al. **Física:** mecânica, 1º ano. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

FUKUI, A.; MOLINA, M. M.; OLIVEIRA, V. S. **Ser protagonista:** Física, 1º ano: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

HEWITT, P. G. **Física conceitual.** Tradução Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

MIRANDA, W. O gol que Pelé não fez. **YouTube.** 20 jul 2014. Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=Xul9YKLLyT4>>. Acesso em 28 jan 2018.

SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. **Universo da Física:** mecânica. 2. ed. São Paulo: Atual, 2005. (Coleção ensino médio Atual; v. 1).

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **Conteúdo Básico Comum** – Física (2007). Educação Básica – Ensino Médio.



Aula 6 – Movimento Uniformemente Variado

Objetivos	Conteúdos trabalhados	Tempo estimado	Avaliação
✓ Caracterizar movimento uniformemente variado. ✓ Resolver problemas envolvendo aceleração, velocidade, deslocamento e tempo no movimento uniformemente variado.	✓ Movimento Uniformemente Variado.	Duas aulas de 45 a 50 minutos.	Questões que serão propostas no decorrer da aula e uma lista de exercícios.



Duelo de cobranças de falta

Para começar nossa aula, assista ao vídeo onde os jogadores da Seleção Brasileira treinam cobranças de falta, na Granja Comary. A brincadeira aconteceu entre Neymar, Marcelo, David Luiz e Daniel Alves. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=gHY3QS1ONRg>>.

- Anote todas as informações que você puder que estão relacionadas com a Física.
- Dessas informações quais estão relacionadas com o que você já estudou ou tem estudado em Física.
- O que deve ser levando em consideração na cobrança de falta? Sabemos que muito treino realmente ajuda, mas estamos falando dos conceitos de física.
- Já parou para se perguntar por que a bola sobe até certa altura e depois começa a descer? Você saberia explicar?
- O ângulo de lançamento faz diferença em uma situação como essa? Como?

Pegando um “impulso”



Já conhecemos o lançamento oblíquo e sabemos que de acordo com o princípio da composição dos movimentos, de Galileu, este lançamento pode ser considerado resultante da composição de dois movimentos que se realizam simultaneamente: um na horizontal (x) e outro na direção vertical (y).

A componente vertical do movimento da bola executa um movimento exatamente igual ao movimento de um corpo lançado verticalmente para cima sob a ação da gravidade. Logo, na direção vertical o corpo realiza um movimento uniformemente variado com velocidade inicial igual a $\vec{V}_{0y}$ e aceleração igual à aceleração $\mathbf{g}$ da gravidade.

Assim, antes de continuar nosso estudo no lançamento oblíquo é importante conhecer as características do MUV.



Movimento Uniformemente Variado (MUV)

Sabemos que no UM a velocidade se mantém constante levando a uma variação constante da posição com o passar do tempo. Seguindo este raciocínio, temos que MUV ainda existe uma uniformidade, ou seja, para este movimento a aceleração é constante. O que leva a uma variação da velocidade com o passar do tempo.

Como a aceleração é uma grandeza que pode assumir valores positivos ou negativos, isso significa que no MUV o módulo da velocidade aumenta ou diminui valores iguais em intervalos de tempos iguais.

Função horária da velocidade no MUV

Com no MUV a aceleração instantânea de um corpo é igual à aceleração média,

$$\text{temos: } a = a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0}.$$

$$\text{Se o instante inicial } t_0 \text{ for nulo, teremos: } a = \frac{v - v_0}{t - 0} \Rightarrow v - v_0 = a \cdot t.$$

Assim, obtemos a equação horária da velocidade no MUV, dada por:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

Com essa equação podemos obter os valores da velocidade v em qualquer instante t .

Função horária da posição no MUV

A função da velocidade no MUV permite obter os valores da velocidade de um corpo em um instante qualquer, mas não fornece informação alguma sobre sua localização no espaço. Para conseguir essa informação, vamos utilizar uma nova função do MUV, conhecida como função horária da posição.

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Equação de Torricelli

Em muitos casos é necessário relacionar as grandezas velocidade, aceleração e deslocamento sem que o intervalo de tempo seja conhecido. Para isso, usamos uma equação conhecida como equação de Torricelli, deduzida a seguir.

Elevando ao quadrado ambos os membros da equação horária da velocidade, temos:

$$v^2 = (v_0 + at)^2 \Rightarrow v^2 = v_0^2 + 2v_0 at + a^2 t^2 \Rightarrow v^2 = v_0^2 + 2a \left(v_0 t + \frac{at^2}{2} \right)$$



Pela função horária da posição, temos que $\Delta S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$. Assim, substituindo o termo

$v_0 t + \frac{at^2}{2}$ por ΔS na equação acima, obtemos a equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

Note que a equação de Torricelli não envolve a grandeza tempo, não sendo, portanto, uma função horária.

Componente vertical do movimento no lançamento oblíquo (MUV)

Como estamos estudando o lançamento oblíquo a função horária da velocidade e posição que o MUV apresenta sofrem uma pequena alteração, uma vez que estamos trabalhando apenas com a componente vertical da velocidade.

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow h = h_0 + v_{0y} t - \frac{gt^2}{2} \quad v = v_0 + at \Rightarrow v_y = v_{0y} - gt$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S \Rightarrow v_y^2 = v_{0y}^2 - 2g\Delta h$$



Agora é sua vez de ir para a cobrança de falta! Antes de continuarmos vamos praticar um pouco do que estamos estudando. Reunidos em grupo tentem resolver a segunda fase do CineFut.

O objetivo dessa fase é fazer um gol considerando que a bola se encontra a 2,5 m da barreira que possui 1,75 m de altura e que se encontra a 3 m do gol. Para isso cada grupo terá três tentativas para realizar a tarefa.

→ Anote os valores dos ângulos que vocês escolheram.

→ Observe o vetor da componente vertical da velocidade para cada lançamento, o que se pode dizer a seu respeito?

→ Calcule v_{0y} para cada um dos ângulos e velocidades que vocês escolheram.

→ Sua equipe conseguiu vencer a fase?

→ Qual foi a estratégia que vocês utilizaram?



Algumas observações

→ O intervalo de tempo na subida é igual ao intervalo de tempo na descida até no nível do lançamento, uma vez que a aceleração que freia o corpo durante a subida é a mesma que acelera na descida, ao longo do espaço percorrido.

→ No ponto de altura máxima o módulo da velocidade da componente vertical é nula, porém existe a componente horizontal, que continua constante, desconsiderando-se a resistência do ar.

→ A altura máxima alcançada pelo móvel será tanto maior quanto maior for o ângulo de lançamento.



#AgoraéComVocês!



#1 Uma pedra é arremessada com um certo ângulo. O que acontece com a componente vertical de sua velocidade enquanto ela está subindo? E enquanto está descendo?

#2 Após sofrer uma falta, um jogador de futebol de praia fica encarregado de chutar a bola a gol. Para encobrir a barreira, tenta fazer com que a bola descreva uma trajetória parabólica. Após o chute, a bola é lançada obliquamente, conforme a figura, com velocidade $v_0 = 30 \text{ m/s}$. despreze a interferência do ar e considere a bola uma partícula lançada obliquamente em relação ao solo, com

$\theta = 45^\circ$, $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$ e $\sqrt{2} \approx 1,4$. Nessas condições, determine:

→ As componentes horizontal e vertical da velocidade inicial.

→ As funções horárias das posições segundo os eixos horizontal e vertical.

→ O tempo utilizado pela bola desde o lançamento até atingir a altura máxima.

→ A altura máxima que a bola consegue atingir.

→ O tempo necessário para a bola chegar ao solo após o lançamento.

→ O alcance atingido pela bola.

#3 (UFR-RJ) Um goleiro chuta uma bola que descreve um arco de parábola, como mostra a figura ao lado. No ponto em que a bola atinge a altura máxima, pode-se afirmar que:

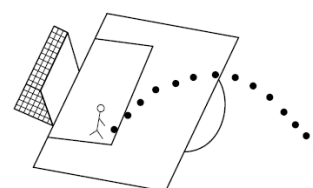
a) a energia potencial é máxima;

b) a energia mecânica é nula;

c) a energia cinética é nula;

d) a energia cinética é máxima;

e) nada se pode afirmar sobre as energias, pois não conhecemos a massa da bola.





Bibliografia

BONJORNIO, J. R. et al. **Física:** mecânica, 1º ano. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

FUKUI, A.; MOLINA, M. M.; OLIVEIRA, V. S. **Ser protagonista:** Física, 1º ano: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

LANCE. Jogadores da Seleção Brasileira travam duelo de cobranças de falta. **YouTube.** 5 jun 2014. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=gHY3QS1ONRg>>. Acesso em 28 jan 2018.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **Conteúdo Básico Comum** – Física (2007). Educação Básica – Ensino Médio.