

Aula 5

FÍSICA E ESPORTES – EXEMPLIFICANDO APLICAÇÕES

META

Apresentar aos alunos exemplos da física presente nos esportes

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
Discutir alguns exemplos da física que podemos ilustrar por meio de esportes, como o basquetebol, o futebol e o salto em distância.

PRÉ-REQUISITOS

Aula 4 da disciplina e conhecimentos adquiridos nas demais disciplinas do Curso de Licenciatura em Física.

Divanizia do Nascimento Souza

INTRODUÇÃO

Na aula anterior buscamos fundamentar a importância da contextualização da física, tendo como exemplo principal os esportes. Nesta nossa quinta aula buscaremos abordar alguns exemplos envolvendo explicações da física presente nos esportes.

Atualmente, com a possibilidade que temos de acessar textos por meio da internet, é fácil encontrar textos que abordem este tema. Um texto muito agradável de ler é o artigo *A física nas transmissões esportivas: Uma mecânica de equívocos*, de Alexandre Medeiros, que foi publicado na revista *física na Escola*, em 2004. De acordo com o autor, ele analisa algumas das muitas distorções conceituais em Física apresentadas por narradores e comentaristas esportivos em suas transmissões no rádio e na TV. A análise de tais distorções permite construir um panorama que parece caracterizar certo tipo de física alternativa usada comumente nas transmissões esportivas. Tal panorama revela o frequente uso inadequado de conceitos físicos e a crença em certos preceitos que substituem as leis de Newton e os princípios de conservação. Vale à pena lê-lo. Aqui na nossa aula não analisaremos esse texto, apenas transcrevemos uma pequena parte dele no início do desenvolvimento da aula.

FÍSICA E ESPORTES - CONEXÕES

A conexão entre a física e os esportes é bastante íntima. Fenômenos ocorridos em competições esportivas parecem às vezes coisas milagrosas, mas podem ser frequentemente explicados pelas leis da física de modo conveniente e racional. Explicações simples emergem através do estabelecimento de modelos simplificadores da realidade demonstrando como a Física pode ser útil na análise dos fenômenos esportivos. Tais explicações parecem exercer um efeito bastante motivador na aprendizagem da física.

Um grande número de conceitos físicos pode ser discutido de um modo agradável em tais experiências pedagógicas envolvendo as mais diversas atividades esportivas. Mesmo esportes não tão conhecidos, como o rapel, por exemplo, permitem lidar com conceitos os mais variados, tais como: atrito, movimento retilíneo uniforme, aceleração e decomposição de forças, energia potencial gravitacional e energia cinética.

Aqui, vamos tentar ilustrar um pouco sobre a física presente nos esportes. Veremos a seguir alguns exemplos envolvendo o estudo da física nos esportes basquete, futebol e salto em distância.

FÍSICA E BASQUETE

Esse primeiro exemplo, relacionado à mecânica envolvida em jogos de basquete, foi retirado do texto do texto *Leituras de Física para Ler, Fazer*

e Pensar, do GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, do Instituto de Física da USP (2006).

O basquete é um dos esportes mais populares atualmente. A prática desse esporte envolve técnicas que, em boa parte, podem ser aprimoradas com o auxílio da Mecânica. Vamos ver algumas delas.

PASSE

Um jogador tem de passar a bola para seu companheiro de equipe antes que um adversário possa interceptá-la. Para que a bola atinja a velocidade necessária o atleta deve usar as forças de que pode dispor mais rapidamente: flexão dos dedos e punhos e extensão dos cotovelos. Forças maiores, como as do tronco e das pernas, são mais lentas, devendo ser usadas principalmente em passes longos.

ARREMESSO

O arremesso ao cesto é semelhante ao passe, mas envolve fatores ligados à trajetória da bola: altura, velocidade, ângulo de soltura e resistência do ar. Dependendo da distância ao cesto, o jogador deve combinar a velocidade e o ângulo de lançamento, para fazer a cesta. A possibilidade de acerto também varia de acordo com o ângulo com que a bola se aproxima da cesta.

Um jogador precisa treinar e estar atento a tudo isso se quiser ser um bom arremessador.



Basquete - enterrada. (Fonte <http://jovensnoalianca.wordpress.com>).

FÍSICA E FUTEBOL

Um interessante texto foi publicado na Revista Brasileira de Física por Aguiar e Rubini em 2004; no trabalho, os autores estudaram as forças aerodinâmicas que atuam sobre uma bola de futebol e mostraram que um fenômeno notável, a "crise do arrasto", desempenha um papel importante em situações normais de jogo.

A crise do arrasto é a redução abrupta que a resistência do ar sofre quando a velocidade da bola aumenta além de certo limite. Esse fenômeno bem conhecido na dinâmica de fluidos.

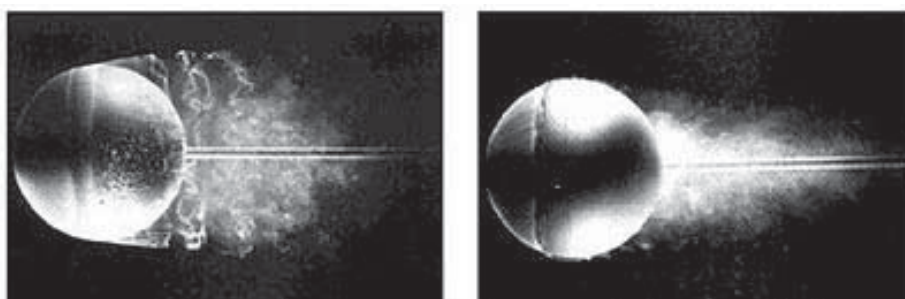
Os autores demonstraram a importância da crise do arrasto para o jogo de futebol analisando um lance famoso, o gol que Pelé perdeu na Copa de 1970, no jogo contra a Tchecoslováquia. Para isto, eles digitalizaram um vídeo contendo a jogada, e obtiveram a trajetória da bola com um programa de análise de imagens desenvolvido por eles. Um segundo programa simulava o movimento da bola levando em conta as forças aerodinâmicas que atuam sobre ela. A comparação desses cálculos com os dados extraídos do filme mostrou que não é possível descrever o movimento da bola chutada por Pelé sem levar em conta a crise do arrasto. Outro fenômeno aerodinâmico importante para a compreensão da jogada é o efeito Magnus, causado pela rotação da bola. A análise da trajetória mostrou que Pelé aumentou significativamente o alcance da bola chutando-a com "efeito".

A crise do arrasto está diretamente associada ao comportamento da "camada limite" de ar que se forma em torno da bola. A camada limite tem origem na aderência das moléculas do ar à superfície da bola. A viscosidade transmite parcialmente esta aderência às moléculas mais distantes, formando uma região que tende a mover-se com a bola. Esta região é a camada limite, ou camada de Prandtl. É por isso que as pás de um ventilador ficam sujas, pois as partículas de poeira acumuladas na sua superfície estão dentro da camada limite, onde não há vento para varrê-las.

O ar próximo à superfície da bola tende a mover-se com ela, criando uma região conhecida como camada limite. Com baixas velocidades, a camada limite envolve completamente a bola, e o fluxo no seu interior é laminar. Para velocidades maiores, a camada limite laminar separa-se da bola e cria uma esteira de baixa pressão (observe a figura 1). Se a velocidade da bola aumenta ainda mais, a camada limite torna-se turbulenta, e ocorre a crise do arrasto. A turbulência faz com que o ponto de separação da camada mova-se para trás na esfera (observe a figura 2), diminuindo a área de baixa pressão e reduzindo a resistência do ar. Para altas velocidades, esferas rugosas encontram menos resistência que esferas lisas.



Crise do arrasto, componentes. (Fonte: AGUIAR, C.E.; RUBINI G. A aerodinâmica da bola de futebol, Revista Brasileira de Ensino de Física, v.26, n.4, p. 297-301, 2004).



Crise do arrasto, turbulência - Fonte: <http://newtoneamaca.blogspot.com>

Como a crise do arrasto tem relação com a camada superficial da bola, podemos entender que a tecnologia pode influenciar em uma partida de futebol, pois costuras e texturas da superfície podem ter influência direta sobre a dinâmica da bola, o que pode ser perceptível pelos craques, para os demais é possível que não mude nada.

O texto com mais detalhes sobre o tema você pode encontrar facilmente, vale à pena lê-lo.

BIOMECÂNICA DO SALTO EM DISTÂNCIA

Vejamos a seguir um exemplo mais clássico em que se utilizam alguns conceitos da cinemática para abordar o Salto em Distância. Este exemplo foi retirado de <http://demotu.org/x/salto/fundamentos.html>, mas pode ser encontrado em livros também.

Como já sabemos, as técnicas utilizadas nos esportes estão sujeitas as mesmas leis físicas que governam todos os movimentos. Portanto, utilizando este conceito, a Biomecânica tem contribuído de forma decisiva na análise e melhora do desempenho do atleta nas provas de saltos.

O comportamento do centro de gravidade do atleta durante a fase do salto propriamente dito pode ser descrito como um lançamento oblíquo. Isto é, o movimento de um corpo quando lançado ao ar com certo ângulo (entre 0 e 90 graus) com a horizontal. Nesta condição, desprezando a resistência do ar, age apenas sobre o corpo a força da gravidade, ou força

peso, na direção vertical e para baixo. É importante frisar que durante a fase de vôo do atleta, não há nenhuma força na direção horizontal atuando sobre ele. Este fato tem uma importante consequência sobre o movimento do atleta: durante a fase de vôo, o centro de gravidade do atleta move-se com velocidade constante. Isto é uma consequência direta das leis de movimento da mecânica enunciadas no século XVII por Newton. A primeira lei de Newton diz que "Todo corpo permanece em estado de repouso ou de movimento uniforme, em linha reta, a menos que uma força externa atue sobre ele". O fato de analisarmos o salto separadamente na direção vertical e direção horizontal é outro importante princípio na Mecânica: os movimentos nas direções ortogonais, no caso horizontal e vertical, são independentes, no sentido que uma força que atua em apenas uma dessas direções não altera o movimento na direção perpendicular.



Salto em distância. Fonte: <http://www.cmne.eb.mil.br>

No texto, os autores deduzem as equações de movimento do centro de gravidade do atleta para as direções horizontal (longitudinal, direção principal do movimento) e vertical durante o salto desprezando a resistência do ar. Considerando que o atleta (na verdade um corpo pontual, pois se está considerando apenas o centro de gravidade do atleta) no momento do salto tem uma velocidade inicial v_0 e um ângulo θ inicial com a horizontal. Pela trigonometria a velocidade horizontal, v_{0x} , desse corpo é:

$$v_{0x} = v_0 \cos(\theta)$$

E a velocidade vertical v_{0y} é:

$$v_{0y} = v_0 \sin(\theta)$$

Na direção horizontal (x) não há forças externas atuando sobre o corpo e a equação de movimento relacionado à posição e ao tempo (t) para o corpo nesta direção é simplesmente:

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t$$

x_0 é a posição inicial do corpo na direção horizontal no momento do salto. No caso do atleta, x_0 representa a posição do centro de gravidade em relação à tábua. Substituindo v_{0x} na equação anterior, temos:

$$x(t) = x_0 + v_0 \cos(\theta)t$$

Na direção vertical (y) atua a força de gravidade e a equação de movimento relacionado à posição e ao tempo (t) para o corpo nesta direção é dada por:

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t + 1/2g't^2$$

y_0 é a posição inicial do corpo na direção vertical (a altura do centro de gravidade no início do salto) e g é a aceleração da gravidade ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$). Substituindo v_{0y} na equação anterior, temos:

$$y(t) = y_0 + v_0 \sin(\theta)t + 1/2g't^2$$

Estas são as duas equações de movimento para o corpo (uma para cada direção). A partir delas é possível deduzirmos algumas variáveis como distância horizontal do salto e altura vertical do salto, ângulo ótimo para a máxima distância horizontal, entre outras variáveis, como função apenas da velocidade inicial, ângulo do salto e posição inicial do centro de gravidade.

A altura do salto pode ser obtida a partir da equação de Torricelli, que possibilita outra forma de expressar a equação de movimento:

$$v_y(t)^2 = v_{0y}^2 - 2g\Delta y$$

Onde Δy é a variação da posição vertical do corpo e $v_y(t)$ é a velocidade do corpo no instante t. Substituindo v_{0y} temos:

$$v_y(t)^2 = (v_0 \sin(\theta))^2 - 2g\Delta y$$

No momento em que o corpo está mais alto, a velocidade vertical deste corpo é zero e então temos:

$$0 = (v_0 \sin(\theta))^2 - 2g(y_{\max} - y_0)$$

Rearranjando esta equação, temos que a altura máxima do salto é uma função da velocidade inicial, do ângulo do salto, da aceleração da gravidade e da posição vertical inicial:

Por exemplo, considerando-se números típicos para um salto, $y_0 = 1$ m, $\theta = 22$ graus, $v_0 = 10$ m/s (lembre que v_0 é a velocidade resultante, a velocidade horizontal neste caso é $v_{0x} = 9,3$ m/s), $g = 9,8$ m/s², a altura do salto é de 1,71 m.

A distância horizontal do salto pode ser conseguida se obtivermos o tempo total do salto e substituirmos este valor na equação de movimento horizontal. O tempo total do salto é dado pelo tempo de subida mais o tempo de descida, sendo que estes dois tempos são iguais. O tempo de subida pode ser obtido a partir da equação para a velocidade vertical do salto:

$$v_y(t) = v_{0y} - g't$$

Mais uma vez, a velocidade vertical no ponto mais alto é zero e a equação anterior fica (já substituindo v_{0y}):

E t_{subida} é dado por:

$$t_{subida} = v_0 \sin(\theta) / g$$

Sendo o tempo total, duas vezes este valor:

Substituindo o tempo total na equação para a posição do corpo na direção horizontal ($x(t) = x_0 + v_0 \cos(\theta) t$), temos:

$$x(t) = x_0 + v_0 \cos(\theta) 2 v_0 \sin(\theta) / g = x_0 + 2 v_0^2 \cos(\theta) \sin(\theta) / g$$

Da trigonometria, o produto $2 \cos(\theta) \sin(\theta)$ é $\sin 2\theta$, então a distância do salto é dada por:

$$X_{salto} = X_0 + (v_0^2 \sin(2\theta)) / g$$

Para os mesmos dados do exemplo anterior ($y_0 = 1$ m, $\theta = 22$ graus, $v_0 = 10$ m/s (lembre que v_0 é a velocidade resultante, a velocidade horizontal neste caso é $v_{0x} = 9,3$ m/s), $g = 9,8$ m/s²) e considerando que o centro de gravidade estava à frente da tábua com $x_0 = 0,2$ m, a distância do salto é de 7,3 m.

As deduções acima não consideram que ao aterrissar, o centro de gravidade do atleta é deslocado para baixo, e que o atleta ganha mais uma pequena distância no salto.

CONCLUSÃO

Depois da leitura sobre o que abordamos nessa aula, podemos esperar que seja possível buscar uma melhor resposta para “Física serve para quê? Não é? Claro, analisar esse ou aquele esporte, contextualizar a física com um ou outro tema do cotidiano do aluno é mesmo uma questão de saber aproveitar a oportunidade ou o interesse do aluno ou da atualidade. Seja qual for a razão para a escolha de uma tema para contextualização, vale sempre lembrar a máxima “planejar é essencial”. As discussões iniciais podem até não serem planejadas, pois o tema pode surgir como uma sugestão dentro de uma aula, mas a continuidade dela nas aulas seguintes, ou no momento mais oportuno, merece do professor um planejamento criterioso para que os resultados relacionados para a aprendizagem da física sejam os melhores.



RESUMO

Nesta aula foram apresentados alguns exemplos para abordagem dos conceitos físicos envolvidos em esportes como basquete, futebol e salto em distância.



ATIVIDADES

1. Escolha um esporte e analise a física envolvida nele; apresente um texto sobre esse esporte, incluindo nele o formalismo necessário para explicar a física que ele traz.
2. Apresente um plano de aula cujo tema aborde a física envolvida no esporte que você estudou na primeira questão.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Procure ler os textos elaborados por seus colegas e discuta com eles sobre os esportes e as possibilidades didáticas que poderão ser criadas para as aulas; certamente, ideias interessantes para contextualização da física por meio da abordagem de temas relacionados com esportes surgirão.



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula abordaremos o tema Adolescência e Motivação para o Estudo.

REFERÊNCIAS

- MEDEIROS, A. A física nas transmissões esportivas: Uma mecânica de equívocos. *Física na Escola*, v. 5, n. 1, 7-14, 2004.
- GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - Instituto de Física da USP. Leituras de Física para Ler, Fazer e Pensar. www.if.usp.br/graf/mec/mec1.pdf. Acessado em fevereiro de 2011.
- AGUIAR, C.E.; RUBINI G. A aerodinâmica da bola de futebol, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.26, n.4, p. 297-301, 2004.