

Sênita Folquenim
Alcides Goya

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza



Arte: Sênita Folquenim



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E
DA NATUREZA – PPGEN

SÊNITA FOLQUENIM

UEPS (UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS):
“ENTENDENDO COMO OS GRANDES JOGADORES DE FUTEBOL CONSEGUEM FAZER
GOLS DA GRANDE ÁREA”

LONDRINA - PR

2016

TERMO DE LICENCIAMENTO

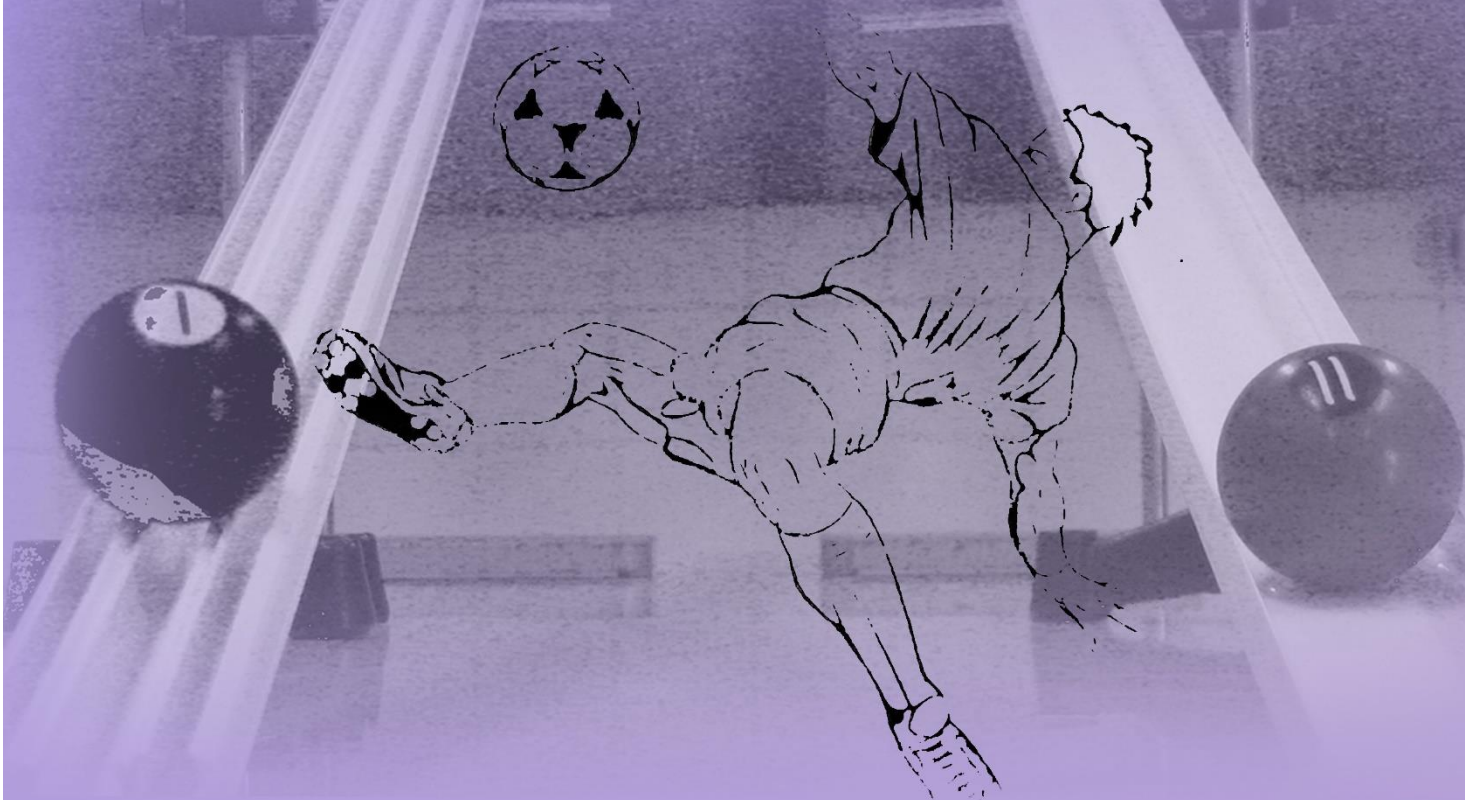
Este Produto Educacional está licenciado sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para *Creative Commons*, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



UEPS I

“ENTENDENDO COMO OS GRANDES JOGADORES DE FUTEBOL CONSEGUEM FAZER GOLS DA GRANDE ÁREA”

Apreendendo o que é o Lançamento Oblíquo com o auxílio do Trilho Multifuncional



SUMÁRIO

OBJETIVOS	6
PRÉ-REQUISITOS	6
SEQUÊNCIA:	6
1. SITUAÇÃO INICIAL	6
2. ORGANIZADOR PRÉVIO 1:	6
3. ORGANIZADOR PRÉVIO 2:	7
4. SITUAÇÃO PROBLEMA 1:	7
5. REVISÃO:	7
6. NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA:	8
7. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NA UEPS:	8
TOTAL DE HORAS-AULA:	8
REFERÊNCIAS	9
ANEXOS DA UNIDADE I	10
ANEXO 1 – TEXTO: A MECÂNICA DO LANÇAMENTO OBLÍQUO E O FUTEBOL	11
ANEXO 2 - LANÇAMENTO OBLÍQUO E HORIZONTAL (EXERCÍCIOS DE FÍSICA) - REDAÇÃO MUNDO VESTIBULAR	17
ANEXO 3 – EXPERIMENTO DE LANÇAMENTO OBLÍQUO A PARTIR DO TRILHO MULTIFUNCIONAL	19
3.1 PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO	20
ANEXO 4 – PROPOSTA DE ATIVIDADE – REFLEXÃO SOBRE AS IMAGENS SE SÃO CASOS OU NÃO DE LANÇAMENTO OBLÍQUO.	22

ENTENDENDO COMO OS GRANDES JOGADORES DE FUTEBOL CONSEGUEM FAZER GOLS DA GRANDE ÁREA

Aprendendo o que é Lançamento Oblíquo com o auxílio do Trilho Multifuncional

Objetivos

Entender como acontece um Lançamento Oblíquo. Relacioná-lo com situações práticas e cotidianas de forma que os alunos possam visualizar que os fenômenos pode aparecer em qualquer situação de sua vida. Fazê-los entender que o movimento depende de um referencial e que os movimentos que compõem o lançamento oblíquo são independentes.

Pré-requisitos

Entender o que é MU (Movimento Uniforme), MUV (Movimento Uniformemente Variado), conhecer o que são vetores, soma e decomposição vetorial.

SEQUÊNCIA:

- 1. Situação inicial:** A partir do vídeo "O último gol de Pelé - Aos 70 anos¹", estimular os estudantes a refletir porque um jogador como Pelé consegue fazer um gol a partir da grande área, ou seja, da área central do campo que está entre 90-120m do gol. Pedir para que os alunos levantem hipóteses de como o jogador consegue fazer o gol no último lançamento, enquanto no primeiro lançamento não. Solicitar que os alunos discutam isso em grupos e depois compartilhem com a sala suas opiniões.
- 2. Organizador prévio 1:** Passar o vídeo "Cinemática: lançamento oblíquo" com o intuito de fazer com que os alunos visualizem como ocorre um lançamento oblíquo. Questioná-los

¹ Fonte do vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=thdCm_RZuz8

sobre o que eles conseguem visualizar no vídeo, quais os tipos de movimentos e quais as variáveis físicas relacionadas ao lançamento.

- 3. Organizador prévio 2:** Propor a leitura do texto “A Mecânica do Lançamento Oblíquo e o Futebol²” (ver anexo A). Este texto têm como objetivo explicar como acontece o Lançamento Oblíquo a partir de lances no futebol, articulando sobre como o vetor velocidade deve se comportar no lançamento, qual a angulação perfeita para o chute perfeito, assim como, as funções correspondentes para o cálculo da velocidade, espaço, tempo e aceleração (nesse caso da bola) no lançamento. É importante nesse momento que o texto seja bem articular com os estudantes, sendo que ele servirá como organizador prévio para o cálculo da velocidade da bola de bilha a partir do Trilho Multifuncional, que é a seguinte proposta dessa sequência didática.

- 4. Situação problema 1:** Propor que a sala se divida em grupos de três para a realização do experimento e Lançamento Oblíquo, por meio do equipamento Trilho Multifuncional. Pedir que os alunos organizem o equipamento e realizem as medidas do alcance horizontal da bolinha no lançamento Oblíquo, conforme o apêndice A. Após realizarem o cálculo do alcance, solicitar que calculem a velocidade da bolinha no final do lançamento. Para não alongar o experimento, é interessante que vários grupos utilizem o mesmo trilho, a mesma montagem e a mesma bola de bilhar para que no final do experimento possam comparar os valor das velocidade. Caso queira se aprofundar o experimento, assim como a reflexão dos alunos, sugestiona-se que se calcule também o valor da velocidade da bolinha no final do deslocamento a partir do cálculo teórico de conservação de energia mecânica e se compare com o valor da velocidade encontrada pelo lançamento oblíquo. Para isso, o docente pode utilizar os seguinte material de apoio “FOLQUENIM, GONÇALVES & GOYA (2014) e FOLQUENIM, CALIFANI & GOYA (2015)”.

- 5. Revisão:** Começar a aula revisando quais são os movimentos componentes do Lançamento Oblíquo, como podem ser efetuados os cálculos de espaço, tempo, velocidade e aceleração no lançamento, assim como pode ser realizado o cálculo da velocidade final de um projétil no movimento. Nesse momento é interessante também

² Fonte do texto “A Mecânica do Lançamento Oblíquo e o Futebol”:
http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/arch2006-11-19_2006-11-25.html#2006_11-19_17_09_10-7000670-0

articular com os alunos, diversas situações aonde podem ser visualizadas ou não o caso de movimento oblíquo. Para isso, propõe-se a atividade disponível no apêndice B.

- 6. Nova situação problema:** Propor a resolução de exercícios sobre Lançamento Oblíquo. Sabendo que a Física possui variados tipos de representações, e o aluno deve estar inteirado dessas formas para que compreenda melhor os conceitos estudados, esse é o momento em que ele deve interpretar problemas e desenvolver cálculos matemáticos que exemplifiquem esse tipo o caso de lançamento oblíquo. Propõe-se a utilização dos exercícios, que já estão resolvidos na página “Mundo do Vestibular”³. É de suma importância nesse momento que o docente esteja atento aos erros e acertos, às dúvidas e dificuldades de seus alunos. Os exercícios propostos também estão disponíveis no anexo B.

- 7. Avaliação da aprendizagem na UEPS:** Conforme Moreira (2015), a avaliação deve se basear nos trabalhos realizados pelos estudantes durante as aulas e nas observações feitas pelos docentes durante todo o processo em sala de aula, cujo valor não deve ser superior a 50%. Nesse momento propõe-se não somente atividade de resolução de exercício, mas, por exemplo, atividades aonde o alunos possa escrever ou representar a partir de imagens o caso de lançamento oblíquo.

Total de horas-aula: 3 a 5 horas aulas.

³ Fonte: <http://www.mundovestibular.com.br/articles/5431/1/Lancamento-Obliquo-e-Horizontal-Exercicios-de-Fisica/Paacutegina1.html>

REFERÊNCIAS

- FOLQUENIM, S.; GONÇALVES, E. GOYA, A. **Rolamento de uma Bola de Bilhar num Plano Inclinado**. Disponível em <<http://www.sinect.com.br/2014/down.php?id=3038&q=1>>. Acesso em: 10 abr. 2015.
- FOLQUENIM, S.; CALIFANI, V. L.; GOYA, A. **Um material motivador para estudos de lançamento oblíquo e conservação de energia no ensino médio**. In: Alessandra Dutra; André Luis Trevisan; Letícia Jovelina Storto. (Org.). II SEA seminário de ensino e aprendizagem: atualidades, perspectivas e desafios. 1aed.Maringá: Nova Sthampa, 2015, v. 2, p. 151-164.
- FOLQUENIM, S.; GOYA, A. **O trilho multifuncional nas aulas práticas de mecânica**. Revista Polyphonia, v. 26, p. 291-297, 2015.
- FOLQUENIM, S.; GONCALVES, E.; GOYA, A. **Rolamento de uma bola de bilhar num plano inclinado**. In: IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2014, Ponta Grossa - PR. IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2014.
- GOYA, A.; OGUIDO, V.; TAMURA, M. M.; NASCIMENTO, R. C. **O trilho multifuncional e relação com motivação e estratégia de estudo em física**. In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2013, São Paulo. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física - Sessão 3, 2013.
- GOYA, A.; Halabi, S.E. **Trilho Multifuncional para Ensino de Mecânica**. In: IV Simpósio Latino Americano e Caribenho de Educação em Ciências do International Council of Associations for Science Education (ICASE), 2011, Londrina. V EREBIO (Encontro Regional de Ensino de Biologia), 2011.
- MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas** – UEPS. Acesso em 12 de nov. de 2015. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br>.

ANEXOS DA UNIDADE I

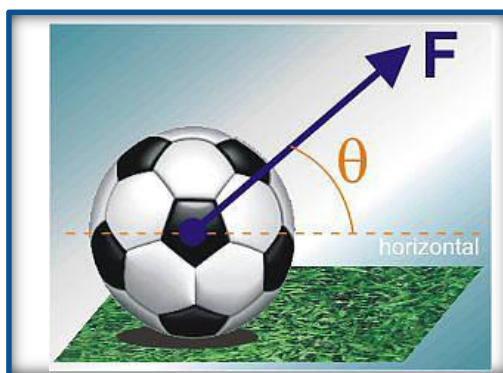
ANEXO 1 – Texto: A mecânica do lançamento oblíquo e o futebol

O São Paulo Futebol Clube, o Tricolor Paulista, é Campeão Brasileiro de 2006 com duas rodadas de antecipação após empate em 1 X 1 com o Atlético Paranaense! Nem precisou vencer.

No gol do São Paulo, de uma cabeçada de Fabão numa cobrança de falta, a trajetória parabólica da bola, moldada pela gravidade do planeta Terra, é típica do que chamamos em Física de Lançamento Oblíquo (**LO**). O nome vem do fato de que o corpo, no caso a bola, inicia seu movimento numa direção oblíqua, ou seja, inclinada de um ângulo θ em relação à horizontal, como mostra a figura abaixo.



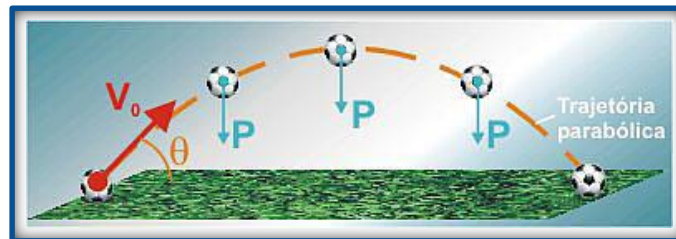
A bola estava parada. Mas adquiriu velocidade inicial V_0 por causa da força F feita pelo pé do jogador (Souza) sobre ela.



O tempo Δt de interação entre o pé e a bola de massa m é muito curto mas suficiente para vencer a inércia da bola, obedecendo ao **Princípio Fundamental da Dinâmica** que, para o valor médio da força \mathbf{F}_m , diz que:

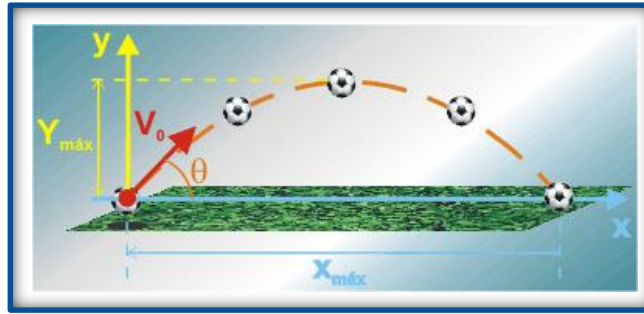
$$\vec{F}_m \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{V} \Rightarrow \vec{F}_m \cdot \Delta t = m \cdot (\vec{V}_o - 0) \Rightarrow \vec{F}_m \cdot \Delta t = m \cdot \vec{V}_o$$

Controlando a intensidade da força \mathbf{F} e o ângulo \mathbf{q} , o jogador consegue lançar a bola com a velocidade \mathbf{V}_o que quiser. O resto é feito pela gravidade terrestre, ou seja, pela força peso \mathbf{P} da bola que a puxa para o centro da Terra e entorta o caminho da bola que sobe mas torna a descer numa caprichosa parábola.

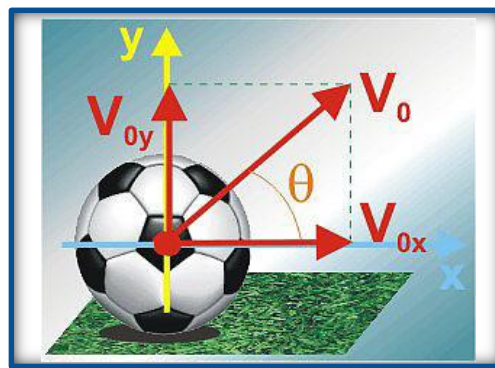


Com bastante treino, o cérebro do jogador consegue "entender" o comportamento típico da bola, aprende como será a sua trajetória parabólica modelada gravitacionalmente e pode, com boa margem de precisão, fazer a bola "voar" para onde quiser, na cabeça ou no pé de uma atacante bem posicionado para fazer o gol.

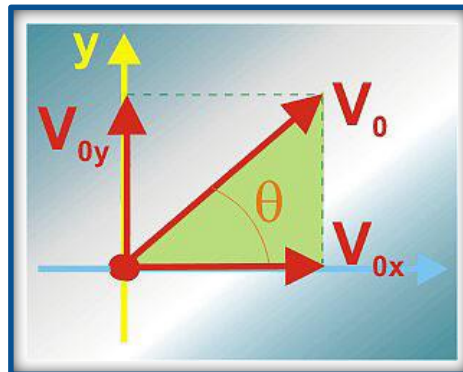
Usamos um sistema cartesiano de eixos \mathbf{x} e \mathbf{y} para modelar matematicamente a trajetória da bola. À máxima altura que a bola atinge chamaremos de $\mathbf{y}_{\text{máx}} = \mathbf{H}_{\text{máx}}$. E alcance será o nome dado ao valor máximo da distância entre o ponto de lançamento da bola e o ponto onde ela cai de volta ao chão. Note que alcance é o valor máximo de \mathbf{x} , ou seja, $\mathbf{x}_{\text{máx}}$.



Podemos decompor o vetor velocidade da bola em seus componentes V_{0x} (na horizontal, direção x) e V_{0y} (na vertical, direção y).



O vetor velocidade inicial V_0 e seus componentes formam um triângulo retângulo.



Para os catetos e a hipotenusa neste triângulo retângulo podemos escrever:

$$\cos \theta = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}} = \frac{V_{0x}}{V_0} \Rightarrow V_{0x} = V_0 \cdot \cos \theta$$

$$\sin \theta = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}} = \frac{V_{0y}}{V_0} \Rightarrow V_{0y} = V_0 \cdot \sin \theta$$

Para facilitar a análise, desprezamos a força de atrito com o ar^(*) e, portanto, a força resultante sobre a bola após o chute será a própria força peso **P** que é vertical e para baixo. Uma força resultante vertical só consegue provocar mudança no movimento vertical da bola. Assim, o componente horizontal de velocidade se mantém, em Movimento Uniforme, ou seja, $\mathbf{V}_x = \mathbf{V}_{0x}$ para qualquer instante. Já o componente vertical de velocidade é afetado pelo peso, que provoca uma aceleração \mathbf{a}_y vertical e para baixo de valor $\mathbf{a}_y = \mathbf{R}/m = \mathbf{m} \cdot \mathbf{g}/m = \mathbf{g}$, ou seja, com valor igual ao da aceleração da gravidade **g**.

A funções horárias dos movimentos ao longo dos eixos **x** e **y** serão:

- na direção horizontal (eixo x)

$$x = x_0 + v_x \cdot t \Rightarrow x = v_0 \cdot \cos \theta \cdot t$$

$$v_x = v_{0x} \text{ (cte)} \Rightarrow v_x = v_0 \cdot \cos \theta \text{ (cte)}$$

- na direção vertical (eixo y)

$$y = y_0 + V_{0y} \cdot t + a_y \cdot t^2 \Rightarrow y = V_0 \cdot \sin \theta \cdot t - \frac{g}{2} \cdot t^2$$

$$V_y = V_{0y} + a_y \cdot t \Rightarrow V_y = V_0 \cdot \sin \theta - g \cdot t$$

Agora podemos deduzir alguns parâmetros físicos relevantes do movimento da bola. Veja:

I-Tempo de movimento

O tempo de subida t_s é o tempo que demora para o componente vertical de velocidade se anular:

$$V_y = V_0 \cdot \sin \theta - g t \Rightarrow 0 = V_0 \cdot \sin \theta - g t_s \Rightarrow t_s = \frac{V_0 \cdot \sin \theta}{g}$$

O tempo t_s que a bola leva para subir é o mesmo que ela leva para descer (t_d), considerando que parte do gramado e volta para ele. Logo, o tempo total T de movimento da bola será:

$$T = t_s + t_d = t_s + t_s = 2t_s \Rightarrow T = \frac{2V_0 \cdot \text{sen}\theta}{g}$$

II-Altura máxima

A altura máxima que a bola atinge é o valor de $y_{\text{máx}}$, ou seja, é o valor de y para o instante t_s :

$$\begin{aligned} h_{\text{máx}} = y_{\text{máx}} &\Rightarrow h_{\text{máx}} = V_0 \cdot \text{sen}\theta t_s - \frac{g}{2} t_s^2 \Rightarrow \\ h_{\text{máx}} &= V_0 \cdot \text{sen}\theta \cdot \frac{V_0 \cdot \text{sen}\theta}{g} - \frac{g}{2} \left(\frac{V_0 \cdot \text{sen}\theta}{g} \right)^2 \Rightarrow \\ h_{\text{máx}} &= \frac{V_0^2 \cdot \text{sen}^2\theta}{g} - \frac{g}{2} \left(\frac{V_0^2 \cdot \text{sen}^2\theta}{g^2} \right) \Rightarrow \\ h_{\text{máx}} &= \frac{V_0^2 \cdot \text{sen}^2\theta}{2g} \end{aligned}$$

III-O alcance do lançamento

O alcance do lançamento também pode ser calculado e corresponde ao valor de $x_{\text{máx}}$, ou seja, ao valor de x para o tempo total T de movimento da bola:

$$\begin{aligned} x_{\text{máx}} &= V_0 \cdot \text{cos}\theta \cdot T \Rightarrow x_{\text{máx}} = V_0 \cdot \text{cos}\theta \cdot \frac{2V_0 \cdot \text{sen}\theta}{g} \Rightarrow \\ x_{\text{máx}} &= \frac{2V_0^2 \cdot \text{sen}\theta \cdot \text{cos}\theta}{g} \end{aligned}$$

Relembrando uma relação trigonométrica bastante conhecida para $\text{sen}(a+b)$ temos:

$$\begin{aligned} \operatorname{sen}(a+b) &= \operatorname{sen}(a) \cdot \cos(b) + \operatorname{sen}(b) \cos(a) \Rightarrow \\ \operatorname{sen}(\theta + \theta) &= \operatorname{sen}(\theta) \cdot \cos(\theta) + \operatorname{sen}(\theta) \cos(\theta) \Rightarrow \\ \operatorname{sen}2\theta &= 2\operatorname{sen}\theta \cdot \cos\theta \end{aligned}$$

Assim, o alcance pode finalmente ser escrito como:

$$\begin{aligned} x_{\max} &= \frac{2 \cdot V_0^2 \cdot \operatorname{sen}\theta \cdot \cos\theta}{g} = \frac{V_0^2 \cdot 2\operatorname{sen}\theta \cdot \cos\theta}{g} \Rightarrow \\ x_{\max} &= \frac{V_0^2 \cdot \operatorname{sen}2\theta}{g} \end{aligned}$$

Conclusão: No futebol, como em todos os esportes, os atletas jogam com as Leis da Física para atingir um objetivo. É Física experimental pura!

(*) A força de atrito com o ar (atrito aerodinâmico), na prática ela é responsável pela curva que a bola pode fazer quando chutada com rotação (Efeito Magnus) e, portanto, nem sempre pode ser desprezada.

Disponível em: http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/arch2006-11-19_2006-11-25.html#2006_11-19_17_09_10-7000670-0

ANEXO 2 - Lançamento Oblíquo e Horizontal (Exercícios de Física) - Redação Mundo Vestibular

- 1) (CEFET) Uma bola de pingue-pongue rola sobre uma mesa com velocidade constante de 2 m/s . Após sair da mesa, cai, atingindo o chão a uma distância de $0,80\text{ m}$ dos pés da mesa. Adote $g = 10\text{ m/s}^2$, despreze a resistência do ar e determine:
- a) a altura da mesa.
 - b) o tempo gasto para atingir o solo.
- 2) (STA CASA-SP) Um canhão, em solo plano e horizontal, dispara uma bala, com ângulo de tiro de 30° . A velocidade inicial da bala é 500 m/s . Sendo $g = 10\text{ m/s}^2$ o valor da aceleração da gravidade no local, qual a altura máxima da bala em relação ao solo, em km ?
- 3) (PUCC-SP) Calcular o alcance de um projétil lançado por um morteiro com velocidade inicial de 100 m/s , sabendo-se que o ângulo formado entre o morteiro e a horizontal é de 30° . Adotar $g = 10\text{ m/s}^2$.
- 4) (OSEC-SP) Um corpo é lançado obliquamente para cima, formando um ângulo de 30° com a horizontal. Sabe-se que ele atinge uma altura máxima $h_{\text{máx}} = 15\text{ m}$ e que sua velocidade no ponto de altura máxima é $v = 10\text{ m/s}$. Determine a sua velocidade inicial. Adotar $g = 10\text{ m/s}^2$.
- 5) (FEI-SP) Um objeto voa numa trajetória retilínea, com velocidade $v = 200\text{ m/s}$, numa altura $H = 1500\text{ m}$ do solo. Quando o objeto passa exatamente na vertical de uma peça de artilharia, esta dispara um projétil, num ângulo de 60° com a horizontal. O projétil atinge o objeto decorrido o intervalo de tempo Δt . Adotar $g = 10\text{ m/s}^2$. Calcular a velocidade de lançamento do projétil.
- 6) (FEI-SP) Calcular o menor intervalo de tempo t em que o projétil atinge o objeto, de acordo com os dados da questão anterior.
- 7) (PUCC-SP) Um avião, em voo horizontal, está bombardeando de uma altitude de 8000 m um destróier parado. A velocidade do avião é de 504 km/h . De quanto tempo dispõe o destróier para mudar seu curso depois de uma bomba ter sido lançada? ($g = 10\text{ m/s}^2$).
- 8) (F.C.CHAGAS-SP) Um avião precisa soltar um saco com mantimentos a um grupo de sobreviventes que está numa balsa. A velocidade horizontal do avião é constante e igual a 100 m/s com relação à balsa e sua altitude é 2000 m . Qual a distância horizontal que separa o avião dos sobreviventes, no instante do lançamento? ($g = 10\text{ m/s}^2$).
- 9) (UF-BA) De um ônibus que trafega numa estrada reta e horizontal com velocidade constante de 20 m/s desprende-se um parafuso, situado a $0,80\text{ m}$ do solo e que se fixa à pista no local em

que a atingiu. Tomando-se como referência uma escala cujo zero coincide com a vertical no instante em que se inicia a queda do parafuso e considerando-se $g = 10 \text{ m/s}^2$, determine, em m, a que distância este será encontrado sobre a pista.

10) (CESGRANRIO-RJ) Para bombardear um alvo, um avião em voo horizontal a uma altitude de 2,0 km solta a bomba quando a sua distância horizontal até o alvo é de 4,0 km. Admite-se que a resistência do ar seja desprezível. Para atingir o mesmo alvo, se o avião voasse com a mesma velocidade, mas agora a uma altitude de apenas 0,50 km, ele teria que soltar a bomba a que distância horizontal do alvo?

RESPOSTAS

- 1) a) 0,8m b) 0,4s 2) 3125 m
3) 870 m 4) 34,6 m/s
5) 400 m/s 6) 4,6 s
7) 40 s 8) 2000 m
9) 8 m 10) 2000 m

SOLUÇÕES

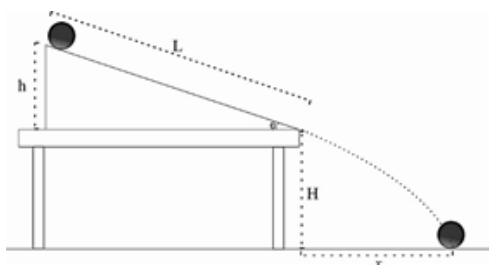
- 1) b) C1. $x=vxt \Rightarrow 0,8=2t \Rightarrow t=0,4 \text{ s}$
a) C2. $y=y_0+v_0y-gt^2/2 \Rightarrow 0=y_0-5t^2 \Rightarrow y_0=0,8 \text{ m}$
2) $Y_{\max}=(v_0 \text{ sen } \hat{\alpha})^2 / 2g = (500.\text{sen } 30)^2/20 = 3125 \text{ m}$
3) $x_{\max}=v_0^2 \text{ sen}(2\hat{\alpha})/g = 1002 \text{ sen } 60 / 10 = 870 \text{ m}$
4) $Y_{\max}=(v_0 \text{ sen } \hat{\alpha})^2 / 2g \Rightarrow 15=v_0^2 (0,5)^2/20 = 34,6 \text{ m/s}$
5) $v_x=v.\text{cos}60 \Rightarrow 200=v.0,5 \Rightarrow v=400 \text{ m/s}$
6) $y=y_0+v_0y-gt^2/2 \Rightarrow 1500=0+400.\text{sen}60.t - 5t^2$ dividindo p/5
 $t^2-403.t+300=0 \Rightarrow t_1=4,6\text{s}$ e $t_2=64,6\text{s}$
7) $y=y_0+v_0y-gt^2/2 \Rightarrow 0=8000-5t^2 \Rightarrow t=40 \text{ s}$
8) C1. $y=y_0+v_0y-gt^2/2 \Rightarrow 0=2000-5t^2 \Rightarrow t= 20 \text{ s}$
C2. $x=v.t \Rightarrow x=100.20=2000 \text{ m}$
9) C1. $y=y_0+v_0y-gt^2/2 \Rightarrow 0=0,80-5t^2 \Rightarrow t=0,4\text{s}$
C2. $x=v.t \Rightarrow x=20.0,4 \Rightarrow x=8 \text{ m}$
10) C1. $0=200-5t^2 \Rightarrow t=20\text{s}$
C2. $v=x/t=4000/20=200 \text{ m/s}$
C3. $0=500-5t^2 \Rightarrow t=10\text{s}$
C4. $x=v.t \Rightarrow x=200.10 \Rightarrow x=2000 \text{ m}$

Disponível em: <http://www.mundovestibular.com.br/articles/5431/1/Lancamento-Obliquo-e-Horizontal-Exercicios-de-Fisica/Paacutegina1.html>

ANEXO 3 – EXPERIMENTO DE LANÇAMENTO OBLÍQUO A PARTIR DO TRILHO MULTIFUNCIONAL

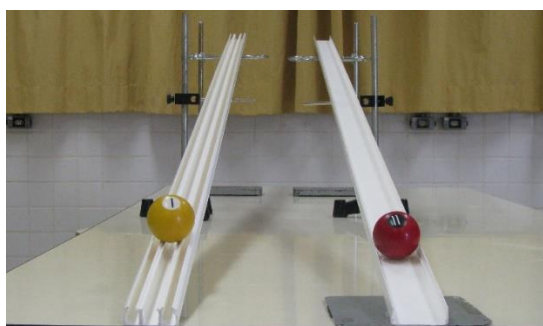
Nessa sequência didática a atividade com o Trilho Multifuncional tem como principal objetivo o cálculo da velocidade da bola de bilhar no lançamento oblíquo a partir do alcance horizontal. Para o experimento, é necessário um trilho liso de pvc, com dimensões 5,0 cm x 2,0 cm x 210,0 cm, que é facilmente encontrado em lojas de materiais de construção ou de materiais elétricos, e que tem um custo médio de R\$ 40,00 (quarenta reais). Também são necessários seguintes materiais: fita adesiva, trena, prumo, papel carbono, papel sulfite, caneta, cronômetro, uma bola de bilhar e apoio para fixar a canaleta de pvc. A figura seguinte ilustra a montagem do experimento

Figura 1 – Esquema da montagem do experimento de lançamento oblíquo



O Trilho Multifuncional é um novo equipamento que está sendo proposto para o ensino de Física, a partir do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Humanas Sociais e da Natureza – UTFPR/Londrina (FOLQUENIM, GONÇALVES E GOYA 2014). Há algum tempo que este vem sendo estudado, e é comprovada a sua eficácia no o ensino de Física (GOYA, HALABI, 2011) e Goya, Tamura e Nascimento (2012).

Figura 2 – A imagem mostra o conjunto das duas canaletas de plásticos, que compõem o 'trilho multifuncional'



3.1 Procedimentos do Experimento

Para a realização do experimento de Lançamento Oblíquo, o trilho liso deve estar posicionado em cima de uma superfície horizontal reta conforme a figura 1. Os grupos de alunos devem deixar a bola deslizar desde o início do trilho (do ponto marcado há dois metros) sem que o material trepide e, posteriormente, marcar dentre cinco a dez medidas de alcance da bolinha em relação à saída do trilho. Os estudantes devem fazer uma primeira medida de onde mais ou menos a bolinha irá cair, para que assim possam *colocar a sulfite e em cima o papel carbono*, para fazer a cotação de medidas. Em cada momento que a bolinha cair em cima do papel carbono e sulfite, os alunos devem medir a distância do ponto prumado em relação ao ponto aonde e a bolinha caiu com uma trena².

Para diminuir a estimativa de erros dos valores encontrados, você pode sugerir que os alunos tirem a média dos resultados da seguinte forma:

$$x_{\text{médio}} = \frac{\text{soma das medidas}}{xn} \quad (1)$$

Pode-se reforçar novamente nesse ponto, que se precisa fazer uma média dos resultados para diminuir o erro relativo das amostras. Pode citar que esses erros provêm da não precisão da mão de quem lança a bola, ou das variações que podem ter os materiais utilizados, ou ainda uma mínima angulação ou medida que foi feito de forma imprecisa.

Peça também que os alunos organizem os dados anteriormente citados, como do exemplo a seguir:

h (altura da inclinação do trilho) = m

H (altura do apoio até o chão) = (.....)m

L (comprimento do trilho) = 2,00 m

θ=.....°

Para que possam fazer os cálculos, precisarão saber também os valores do cosseno e da tangente de θ , que podem ser facilmente calculados ou extraídos a partir da calculadora.

cosθ= 0,99

tgθ=0,13

² Aconselha-se a não utilizar régua comuns, pois se tem observado que não são graduadas com precisão.

Para calcular a velocidade com que a bolinha atinge o chão a partir da média do alcance, deve se utilizar a seguinte relação:

$$v = \frac{\bar{x}}{\cos\theta} \sqrt{\frac{g}{2 \cdot (H - \bar{x} \cdot \text{tg}\theta)}} \quad (2)$$

Depois de fazer o cálculo da velocidade pelo alcance, se o professor achar necessário, pode calcular a velocidade da bolinha pela previsão teórica a partir da Conservação de Energia. Certamente o docente não terá comentado sobre Conservação de Energia, ou qualquer coisa similar com seus alunos, porém, é uma brecha para que os mesmo já venham construindo conhecimentos prévios.

A velocidade da bolinha pela conservação de energia pode ser calculada da seguinte forma.

$$v = \sqrt{\frac{10}{7} gh} \quad (3)$$

No término das atividades, pode-se pedir para que os alunos comparem os resultados dos cálculos da velocidade, pelo alcance e pela conservação de energia. Caso não seja necessário é interessante, pelo menos, que os alunos comparem os resultados das velocidade com os grupo, tentando entender o porquê de medidas mais elevadas ou medidas menores.

Sugestão de leitura sobre o Trilho Multifuncional e sobre Lançamento Oblíquo a partir do Trilho multifuncional: Goya & Halabi (2011) e Goya, Tamura & Nascimento (2012); Folquenim, Gonçalves & Goya (2014); Folquenim, Califani & Goya (2015) e Folquenim & Goya (2015).

Anexo 4 – Proposta de atividade – Reflexão sobre as imagens se são casos ou não de Lançamento Obliquo.

Em quais das imagens você vê um tipo de lançamento oblíquo? Analise.

