

Universidade de São Paulo  
Instituto de Física  
Ciência e Cultura - Noturno  
Atividade científico-cultural-pedagógica

Gilberto Ferreira Alves nº 9366001

Guilherme Zerbini Perini nº9795831

Jefferson Guedes de Souza nº 9796015

Layla Christina Moraes Jorge nº 6552783

Marcela de Mesquita Matheus nº 4353759

## Unidade cultural de análise: **PRAÇA FRANKLIN ROOSEVELT**

### **Texto motivador**

Parte do patrimônio cultural de São Paulo a Praça Franklin Roosevelt, mais conhecida como Praça Roosevelt, surgiu em uma área ao redor da igreja Nossa Senhora da Consolação, sendo inicialmente batizado de Praça da Consolação, nome que manteve até 1970, quando se decidiu homenagear o ex-presidente americano Franklin D. Roosevelt. A praça já abrigou músicos e cantores que fizeram sua história na MPB, gente da Bossa Nova e outros movimentos, que se apresentava nos bares e boates da época. Foi lá que o Cine Bijou, inaugurado em 1962, tornou-se o “point” para o “cinema de arte” na cidade, cuja programação atraía criadores de todas as áreas.

Apesar da intenção de que a praça virasse um marco da cidade, ela sofreu um processo de degradação a partir da década de 1980. Ao longo dessa década muitas das casas de show deixaram a praça, mas, em compensação, ela foi descoberta por skatistas como ponto de encontro para a prática do esporte.

A SPObras deu início aos trabalhos para revitalização da Praça Roosevelt em setembro de 2011. O projeto, cuja ideia central é recuperar aquela importante área da cidade como espaço de lazer e de fruição de atividades culturais. O pergolado melhorou com o surgimento de um café e uma lanchonete com mesinhas. A sombra, mesmo parcial, atrai pessoas durante o dia e o lugar fica cheio até seu fechamento, às 22h.

Hoje, marcada pela presença de grupos importantes do teatro, como por exemplo, Os Parlapatões e o Teatro dos Sátyros, a Praça Roosevelt, já foi tema de uma peça escrita pela dramaturga alemã Dea Loher, “A vida na Praça Roosevelt”.

Embora seja palco de uma enorme miscigenação cultural, em sua grande maioria, ligadas às artes e ao esporte, para um estudante de Física não é difícil enxergar a ciência neste local. A arquitetura projetada para fomentar a prática do skate, revela um laboratório de mecânica a céu aberto.

Um dos grandes desafios do professor do Ensino Médio é fazer com que o aluno sinta interesse pela Física e uma das ferramentas que podem ser úteis é levar o aluno para observar fenômenos físicos em um lugar que, por uma observação superficial, não aparenta ter esse viés científico. Ainda que os museus de ciências tenham seu mérito e método de divulgação científica, fugir deste “lugar comum” se mostra uma alternativa promissora.

### **Acesso**

Localizada entre as ruas Consolação e Augusta, a Praça Franklin Roosevelt é próxima as estações Higienópolis-Mackenzie (linha 4), República (linha 3 e 4) e Anhangabaú (linha 3) do metrô. Além do acesso pelo metrô diversas linhas de ônibus passam próximo a região. A rua da Consolação também possui ciclovia, permitindo o acesso de bicicleta.



### **Descrição física e Infraestrutura:**

Construída na década de 60 a Praça Franklin Roosevelt reabriu em outubro de 2012 com um espaço totalmente reestruturado e revitalizado ao público.

Com 200 árvores, o local ganhou novos ambientes com pisos ecológicos, cobertos por flores de cores variadas, iluminação especial e até uma área verde dedicada aos animais de estimação, que conta inclusive com um bebedouro para os pets.

Foram construídas também duas guaritas de segurança, uma da Polícia Militar e outra da Guarda Civil, permitindo um passeio tranquilo a qualquer horário.

A praça é frequentada por um público diversificado, mas especialmente depois da revitalização virou um reduto para skatistas por possuir piso liso ideal para realizar manobras e corrimãos como obstáculos.

Situada em uma região repleta de atrações culturais e gastronômicas, nas redondezas da Roosevelt estão situadas várias casas de teatro e bares que oferecem uma programação especial à noite.

### **Conceitos físicos que podem ser trabalhados**

Além das opções de lazer, a Praça Roosevelt pode ser usada para aprender física. Os skatistas que frequentam a praça realizam vários movimentos que exigem uma análise mecânica complicada.

Pode-se observar, por exemplo, a conservação da energia, movimento parabólico, condições de equilíbrio, e até efeitos da rotação de corpo rígido. Por exemplo, quando um skatista realiza um *Smith Grind*, que é a manobra de deslizar por um corrimão, ele deve posicionar seu corpo de maneira que seu centro de massa fique na mesma linha do corrimão, caso contrário seu peso exerceria um torque, que derrubaria o skatista.



*Manobra Smith Grind*

Uma das manobras mais complicadas consiste em girar com o skate, isso exige que o skatista mantenha os braços bem abertos, para manter sua velocidade pequena; caso ele dobre os braços a conservação do momento angular diz que sua velocidade de rotação iria aumentar, consequentemente o skatista perderia o controle do movimento.

Diversas outras manobras podem ser feitas, e suas explicações são consideravelmente complicadas do ponto de vista físico, ainda assim os skatistas dominam os movimentos, sem muitas vezes saber o quão complexas são suas manobras.

## Ações, sequência didática e procedimento:

Deixamos duas atividades para serem realizadas, uma para analisar o movimento balístico, e outra para analisar a conservação de energia mecânica.

### 1 – Movimento Balístico

#### 1.1 – Introdução

A figura 1.1.1 é uma fotografia estroboscópica de duas bolas de golfe, uma que simplesmente foi deixada cair e outra que foi lançada horizontalmente por uma mola. As bolas de golfe têm o mesmo movimento vertical; ambas percorrem a mesma distância vertical no mesmo intervalo de tempo. **O fato de uma bola estar se movendo horizontalmente enquanto está caindo não afeta o movimento vertical (I)**; ou seja, os movimentos horizontal e vertical são independentes.

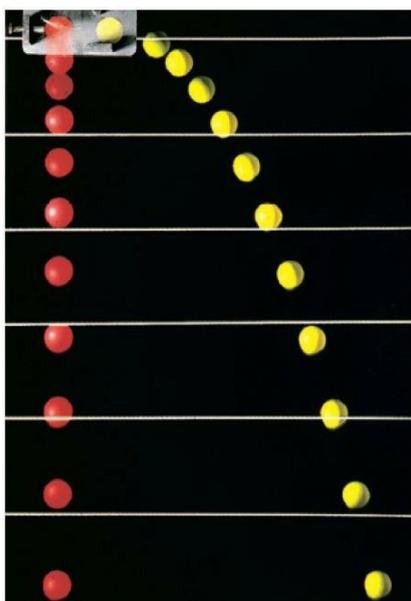


Fig.1.1.1

Agora, imagine um skatista se deslocando horizontalmente do ponto  $X_0$  ao ponto  $X$  em uma pista plana sob um skate que se move com velocidade  $V_x$  constante. A equação da sua posição é dada por:

$$x - x_0 = V_x t \text{ (Eq. 1.1.1)}$$

Em determinado momento do percurso, o skatista executa um pulo para cima, mantendo-se paralelo ao deslocamento do skate, conforme a figura 1.1.2. O pulo que o skatista executa é produto de sua força muscular que o permite imprimir uma força sobre si próprio, o que não é muito relevante para este experimento, uma vez que não estamos interessados em estudar o que causou o deslocamento e sim, a cinemática envolvida. Mais importante é saber que o movimento do skate e dos skatista são análogos ao exemplificado pela fig.1.1.1.



Fig. 1.1.2

De acordo com a 1ª Lei de Newton, ao pular do skate, o skatista continua se deslocando horizontalmente com a velocidade  $V_x$  (desconsiderando a resistência do ar) e após o pulo adquire uma velocidade  $V_y$  que, de acordo com o princípio (I) elucidado no início deste procedimento, não depende de  $V_x$  e, diferentemente deste, varia com o tempo, uma vez que está sobre a ação da força gravitacional e sua aceleração, governado pela equação de queda livre:

$$y - y_0 = V_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \text{ (Eq. 1.1.2)}$$

Assim, observamos que a velocidade vertical do skatista está variando, mas não a velocidade horizontal, que é igual à velocidade do skate. Em consequência, **o skate permanece abaixo do atleta, permitindo que ele pouse no skate após o salto (II).**

## 1.2 Procedimento experimental

Materiais:

- Giz de quadro negro
- Celular com câmera
- Skate (e skatista)
- Trena ( $\geq 4\text{m}$ )

Execução:

- a) Faça um reconhecimento do local: analise as pistas, as rampas, os corrimãos, etc.
- b) Converse com os skatistas locais, fale sobre a atividade e convide-os para o experimento.
- c) Localize uma pista plana, sem muita movimentação para não atrapalhar os frequentadores.
- d) Utilizando o giz e a trena, faça traços em linha reta no chão (Figura A), visíveis há 3 m e com 10 cm de distância entre si.



Figura A

- d) Posicione a câmera do celular entre 2 a 3 m de distância, verifique se os traços estão visíveis na tela e certifique-se que o plano de filmagem esteja bem próximo do paralelismo em relação ao plano das marcações.
- e) Utilizando a trena, posicione-a com a ajuda de um colega, perpendicularmente em relação à marcação (Figura B), mantendo-a a uma altura de aproximadamente 30 cm do chão.



Figura B

f) Neste momento, o colega que estiver com o celular em mãos inicia a filmagem do vídeo e dá um sinal para que o skatista execute a manobra, que consiste em:

- Tomar uma distância paralela à linha das marcações, o suficiente para que adquira velocidade.
- Se desloque em direção às marcações.
- Pule do skate, de modo que este passe por baixo da trena (obstáculo) e ele por cima, caindo, por fim sobre o skate.



g) Verifique se conseguiu um bom vídeo, caso contrário, tente novamente.

h) Encerrada filmagem, passe o vídeo para um computador com reprodutor de vídeo e análise:

- 1 – A velocidade média ( $V_{xk}$ ) do skate no trecho em que ele se encontra sem o skatista sobre ele.
- 2 – A velocidade média na horizontal ( $V_{xs}$ ) do skatista no mesmo trecho acima.
- 3 - Qual a relação entre  $V_{xk}$  e  $V_{xs}$ ? Os resultados obtidos corroboram com a teoria?
- 4 – Quanto tempo o skatista leva para atingir a altura máxima durante o pulo? E quanto tempo leva para retornar ao skate? Compare o resultado obtido com as expectativas teóricas.

## 2 – Conservação de Energia

### 2.1 Introdução

Um dos pilares da Física é o princípio de conservação da energia, ele estabelece que a quantidade total da energia de um sistema isolado deve se conservar.

Das várias formas de energia que podemos imaginar (elétrica, térmica, nuclear, etc.) a que nos importa neste contexto é a Energia Mecânica. Para ilustrar essa ideia imagine um skatista se movendo em linha reta com uma velocidade de módulo  $v$ , podemos definir uma quantidade atrelada a seu movimento, que chamaremos de Energia Cinética, que será calculada com a fórmula  $K = \frac{m}{2}v^2$ , onde  $m$  é a massa do skatista e do skate.

Agora imagine que em seu trajeto o skatista encontre uma rampa, como ilustrado na Figura 2.1.1, até que altura ele chegaria?



Fig 2.1.1

Para responder a pergunta devemos introduzir uma outra quantidade, que chamaremos de Energia Potencial Gravitacional. Essa Energia está atrelada a um corpo sob influência de um campo gravitacional, como o da Terra. Podemos calculá-la através da equação  $U = mg(z_1 - z_0)$ , onde  $m$  é a massa do skatista e do skate,  $g$  a aceleração da gravidade, e  $z_1$  e  $z_0$  são as coordenadas do eixo  $Oz$  (tomado como perpendicular ao chão),  $z_0$  é arbitrária e podemos tomar como sendo igual a zero no plano do chão.

Definimos então que estas duas quantidades devem se conservar, em respeito ao princípio de conservação, à quantidade total ( $U + K$ ) damos o nome de Energia Mecânica. Essa Energia Mecânica

vai depender da velocidade e da posição (nesse caso apenas a coordenada do eixo Oz) do objeto considerado.

Temos então, pelo princípio de conservação que:

$$U_{z=0} + K_{z=0} = U_{z=h} + K_{z=h} \text{ (Eq. 2.1.1)}$$

Nessa equação se definirmos que  $h$  é a altura máxima, teremos  $K_{z=h} = 0J$ , e  $U_{z=0} = 0J$ . Substituindo as equações expostas e resolvendo para  $h$  teremos um modo de calcular a altura máxima:

$$h = \frac{v^2}{2g} \text{ (Eq. 2.1.2)}$$

## 2.2 Procedimento experimental

Materiais:

- Giz de quadro negro
- Celular com câmera
- Skate (e skatista)
- Trena ( $\geq 4m$ )
- Cronômetro

Execução:

- a) Faça um reconhecimento do local: analise as pistas, as rampas, os corrimãos, etc.
- b) Converse com os skatistas locais, fale sobre a atividade e convide-os para o experimento.
- c) Pergunte o peso dos skatistas que desejaram participar.
- d) Localize uma pista plana, sem muita movimentação para não atrapalhar os frequentadores, que tenha a rampa descrita no item 2.1
- e) Utilize a trena para medir a distância entre um ponto de referência e a rampa, conforme Figura A



Figura A

f) Utilize o giz para marcar a escala de altura na rampa (Figura B), inicie suas marcações na altura de 1m, depois siga marcando em intervalos de 10 cm.



Figura B

g) Peça ao skatista que se aproxime da rampa com velocidade aproximadamente constante; grave um vídeo dessa aproximação, e tome o tempo que ele levou. Peça a um colega que grave a altura na qual chega o skatista (Figura C) simultaneamente.



Figura C

f) Com auxílio das filmagens e das medições, realize os seguintes itens:

- 1- Calcule a velocidade do skatista entre o ponto de referência e o início da rampa.
- 2- Determine a altura máxima alcançada, e compare-a com o valor teórico, calculado pela equação 2.1.2. A massa dos skatistas influencia na altura máxima?
- 3- Compare os valores obtidos. Eles concordam? Em caso negativo, quais os motivos que levam à discordância.