

Aprendendo Física com o Homem-Aranha: Utilizando Cenas do Filme para Discutir Conceitos de Física no Ensino Médio

Grandes poderes trazem grandes responsabilidades.

Peter Parker

.....
Luciano Denardin de Oliveira
Colégio Monteiro Lobato e Anglo
vestibulares, Porto Alegre
e-mail: denardin@cpovo.net
.....

Introdução

Através da análise de livros didáticos e observação de aulas, sabe-se que são três as atividades que predominam no ensino da Física: aulas expositivas, resolução de exercícios e problemas e, com menor incidência, atividades experimentais de roteiro fechado, estilo *receita de bolo*. Verifica-se que o conteúdo trabalhado pelo professor dificilmente é relacionado com o cotidiano do aluno [1].

Em alerta para um ensino *cada vez mais pobre*, Menezes e Vaz [2] mostram a necessidade do professor em inovar na sua prática pedagógica. Discutem que muitas instituições de ensino acreditam na eficiência de

A maneira como a Física é trabalhada atualmente está muito distante dos interesses e do dia-a-dia do aluno; inovar, com atividades que possam atingir alunos que não são motivados pelo formato tradicional de ensino é um novo desafio que se impõe ao professor

uma educação tradicional e que inúmeros alunos não gostam e não têm motivação em aprender Física por não a entenderem, uma vez que são levados a decorar fórmulas e resolver repetidas vezes problemas que não lhes fazem o menor sentido. A maneira como a Física é trabalhada atualmente está muito distante dos interesses e do dia-a-dia do aluno.

Os exemplos acima são uma pequena amostra da necessidade do professor em inovar, em apresentar atividades que possam atingir alunos que não são motivados pelo formato

tradicional de ensino, enfim, práticas não usuais que permitam ao aluno a construção do conhecimento com propriedade.

Alguns exemplos de práticas inovadoras são: a realização de atividades de investigação por parte dos alunos em um museu interativo de Ciências e Tecnologia [3], a inserção de jogos em aulas de Física [4], a utilização de laudos periciais de acidentes de trânsito para a abordagem de conceitos de Física [5], a manipulação

de “tirinhas” no ensino da Física [6], o uso de livros de ficção científica para desenvolver conceitos em ciências [7] e a análise dos poderes dos super-heróis sob a ótica da Física [8].

O uso de filmes, sejam eles didáticos ou não, tem se mos-

trado uma ferramenta útil e versátil para o ensino da Física. Confeção de vídeos didáticos e sua utilização em sala de aula [9], a criação de um espaço no currículo escolar para a discussão de conceitos físicos via análise de filmes de ficção científica paralelamente ao ensino formal [10], a utilização de cenas de filmes associada a simulações computacionais que discutam conceitos de Física [11] e o uso de cenas como motivador para o ensino de fluidos [12] são exemplos da aplicação dessa ferramenta.

Neste trabalho apresenta-se a

Este trabalho analisa e discute cenas do filme Homem-Aranha e sugere a abordagem de algumas cenas para introduzir conceitos de Física no Ensino Médio.

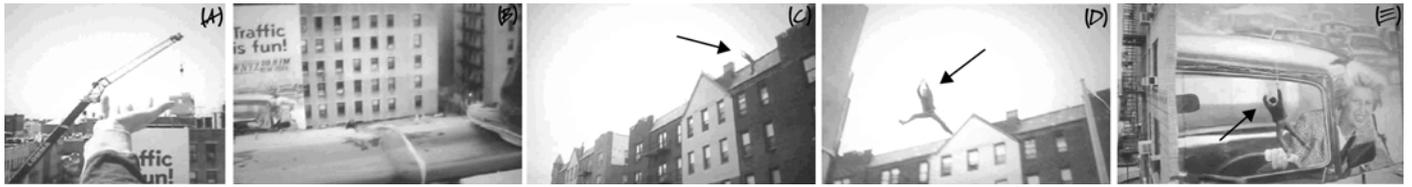


Figura 1. Em A e B observa-se a distância entre a teia lançada por Peter Parker e o guindaste onde essa é presa e o momento em que ele se prepara para saltar. A seqüência de posições C, D e E ilustram o movimento pendular descrito, correspondendo a 1/4 de uma oscilação completa.

utilização de cenas do filme *Homem-Aranha*¹ com alunos do Ensino Médio, bem como o uso do *timer* do aparelho de vídeo cassete/ DVD como medidor de tempo. Da exibição das cenas decorreram uma discussão e uma análise qualitativa e quantitativa dos conceitos presentes nessas cenas e de situações que vão contra alguns princípios da Física. Não é o objetivo desse trabalho apontar erros que não sejam relativos aos fenômenos físicos (*i.e.* erros de continuidade) do filme. Caso o leitor tenha interesse nesse tipo de erro, poderá consultar a internet [13].

Análise de Cenas

Cena 1: Pêndulo

Essa cena ocorre após aproximadamente 27 minutos de filme, quando Peter Parker irá, pela primeira vez, balançar-se utilizando sua teia. O herói encontra-se no topo de um prédio e lança a teia de modo que ela fique presa na haste de um guindaste, onde abaixo deste existe um painel. A Fig. 1A mostra Peter Parker mirando a teia no guindaste. Nessa imagem pode-se ter uma noção da distância entre Peter e o painel. A Fig. 1B apresenta Peter se preparando para pular, onde se vê ao fundo o painel e na extremidade inferior direita o pé de Peter Parker. As Figs. 1C e 1D apresentam uma seqüência das posições de Peter nos diferentes instantes de tempo. A Fig. 1E mostra o momento no qual Peter colide com o painel.

Observando a Fig. 2, pode-se estimar o comprimento da teia lançada por Peter, uma vez que se tem conhecimento dos pontos onde ela foi presa e da colisão dele com o painel. Para poder aplicar essa situação no Ensino Médio, consideraremos que o sistema *teia-Peter Parker* constitui um pêndulo simples de pequena amplitude².

Pelo fato do painel encontrar-se abaixo do ponto de fixação da teia, pode-se concluir que o pêndulo oscila em um intervalo de tempo que corresponde a um quarto de um período. Utilizando o cronômetro do vídeo cassete ou DVD que reproduz o filme, verifica-se que esse intervalo de tempo é de aproximadamente 10 s. Como Peter tenta reduzir sua rapidez³ colocando os pés no chão antes de colidir com o painel, pode-se estimar em 7 s o intervalo de tempo necessário para percorrer tal arco (essa é uma boa estimativa, uma vez que passam 6 s até Peter colocar os pés no chão, tentando uma frenagem). Esse intervalo de tempo corresponde a apenas 1/4 do período, logo o período do pêndulo para esse caso é de 28 s. Aplicando a equação do período do pêndulo verifica-se que o comprimento do fio é aproximadamente de 200 m, que corresponde a um valor elevado frente às dimensões observadas nas imagens! Essa cena pode ser utilizada para exemplificar uma aplicação da equação do período do pêndulo (que a propósito é muito mais interessante do que resolver um exercício numérico qualquer). Pode-se ainda discutir os motivos pelos quais esse sistema não é considerado um pêndulo simples.

Cena 2: Uma questão de inércia

Próximo dos 46 minutos de filme tem-se uma seqüência onde o Homem-Aranha persegue o assassino de seu tio. Em determinado momento o herói salta do carro do bandido (que se encontra a uma velocidade significativa, uma vez que está fugindo da polícia) para cima de um caminhão também em movimento. Observando a cena, verifica-se que as velocidades do carro e do caminhão são semelhantes. Ao perceber que uma ponte (ou viaduto)

está em seu caminho, Peter Parker salta por cima desta enquanto o caminhão segue por baixo. Três segundos depois o Homem-Aranha retorna para o caminhão. As Figs. 3A e 3B apresentam o Homem-Aranha sobre o caminhão, preparando-se para saltar por cima da ponte. As Figs. 3C, 3D, 3E e 3F ilustram uma seqüência de imagens mostrando as posições da trajetória descrita pelo herói aracnídeo enquanto ele realiza seu salto. A Fig. 3G mostra o Homem-Aranha caindo novamente sobre o caminhão.

Para um observador em repouso, na rua, por exemplo, a trajetória descrita pelo Homem-Aranha deveria ser uma parábola, o que de fato ocorre. Considerando que o Homem-Aranha

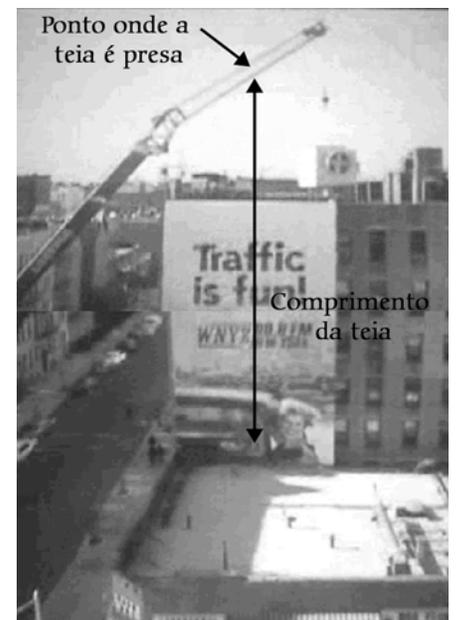


Figura 2. Pode-se observar o ponto onde a teia é fixada. Tendo conhecimento do ponto onde Peter Parker colide com o painel, estima-se o comprimento da teia. Utilizando o *timer* do DVD, é aproximadamente 28 s o tempo para uma oscilação completa, o que corresponderia a um pêndulo de comprimento 200 m, um valor muito maior do que o observado na imagem.

possui a mesma velocidade do veículo, por uma questão de inércia o herói, para retornar ao caminhão após saltar, deveria apenas pular verticalmente para cima, e não se impulsionar diagonalmente para frente, como as Figs. 3C, 3D, 3E e 3F sugerem. Pelas imagens da cena, ele cairia em um ponto à frente do caminhão, podendo até ser atropelado pelo mesmo!

Considerando que o caminhão mantém sua velocidade constante, que a ponte tem uma largura máxima de aproximadamente 25 m (quando o Homem-Aranha salta, verifica-se que a ponte possui 6 pistas para tráfego de veículos, logo esse valor é apropriado) e que o intervalo de tem-

po decorrido para o Homem-Aranha saltar sobre a ponte é de 3 s, pode-se estimar a rapidez do caminhão em 30 km/h. Esse valor é muito pequeno para um caminhão que tinha a mesma velocidade de um veículo que foge rapidamente da polícia! Observe que não é necessário considerar o comprimento do caminhão, uma vez que o Homem-Aranha, ao retornar de seu salto, cai no mesmo ponto de onde partiu.

Cena 3: Queda-livre

Essa cena ocorre a partir de 1 hora e 4 minutos de filme. Inicialmente observa-se Peter Parker utilizando uma máquina fotográfica. Logo após apa-

recer uma cantora, tem-se uma visão panorâmica de um prédio, onde em sua sacada encontra-se Mary Jane. Em determinado momento da cena, Mary Jane cai da sacada desse arranha-céu. Observando a Fig. 4, pode-se identificar a localização de Mary Jane, bem como estimar a altura entre a sacada e o chão em um valor entre 40 e 60 m.

A Fig. 5 apresenta uma seqüência de imagens da queda de Mary Jane e do resgate desta pelo Homem-Aranha. No canto inferior esquerdo de cada imagem foi colocado um cronômetro que representa o instante de tempo da respectiva imagem em relação ao início da queda de Mary Jane. Da mesma forma que na análise da cena anterior, esta medida de tempo foi obtida utilizando o cronômetro do aparelho que reproduz o filme. A Fig. 5A apresenta o instante em que Mary Jane começa a cair da sacada. Observe que o Homem-Aranha está em um plano superior ao de Mary Jane. As Figs. 5B e 5C ilustram o momento em que o Homem-Aranha salta para salvá-la. Veja que ela não aparece mais nestas imagens, obviamente por se encontrar numa posição mais baixa que o Homem-Aranha. A Fig. 5D dá uma idéia da distância entre o Homem-Aranha e Mary Jane 3 s após ela iniciar a queda. A Fig. 5E apresenta uma tomada do Homem-Aranha após 5 s de queda e para a alegria de todos, em 7 s o intrépido herói consegue alcançar a garota indefesa, virando-se e lançando uma teia para o alto. A teia se fixa em uma sacada, fazendo com que a chegada no chão seja suave.

Essa cena permite uma abordagem qualitativa e outra quantitativa. Considerando que o movimento seja de queda-livre (essa é a abordagem usual no Ensino Médio), o Homem-Aranha jamais poderia alcançar a Mary Jane, uma vez que ambos caem com a mesma aceleração (a aceleração gravitacional). Considerando a resistência do ar e o fato do Homem-Aranha estar em uma posição mais "aerodinâmica" que Mary Jane, pode-se desenvolver junto aos alunos uma frutífera discussão acerca da possibilidade do Homem-Aranha alcançar Mary Jane, bem como se ela atinge a velocidade terminal nessas dezenas de metros de queda.

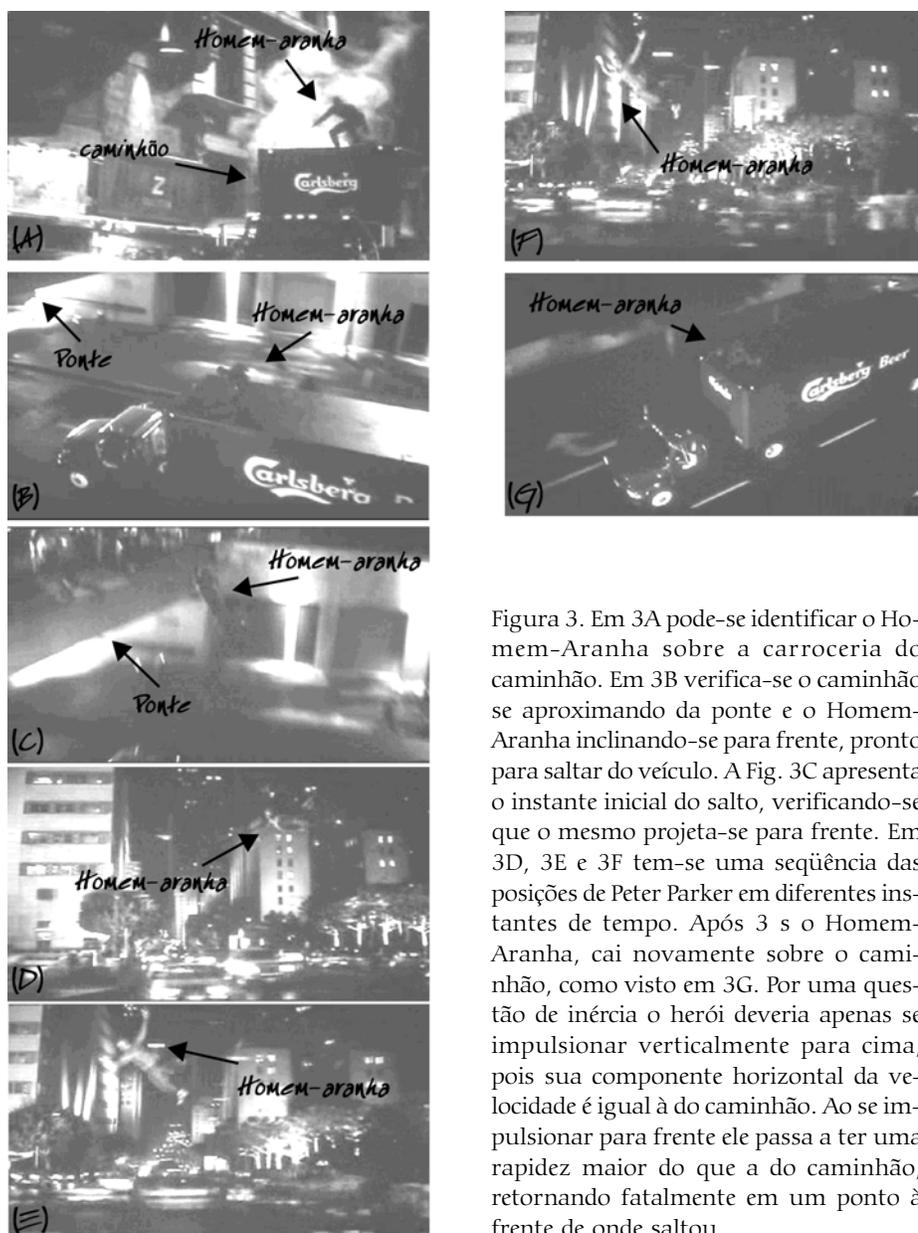


Figura 3. Em 3A pode-se identificar o Homem-Aranha sobre a carroceria do caminhão. Em 3B verifica-se o caminhão se aproximando da ponte e o Homem-Aranha inclinando-se para frente, pronto para saltar do veículo. A Fig. 3C apresenta o instante inicial do salto, verificando-se que o mesmo projeta-se para frente. Em 3D, 3E e 3F tem-se uma seqüência das posições de Peter Parker em diferentes instantes de tempo. Após 3 s o Homem-Aranha, cai novamente sobre o caminhão, como visto em 3G. Por uma questão de inércia o herói deveria apenas se impulsionar verticalmente para cima, pois sua componente horizontal da velocidade é igual à do caminhão. Ao se impulsionar para frente ele passa a ter uma rapidez maior do que a do caminhão, retornando fatalmente em um ponto à frente de onde saltou.

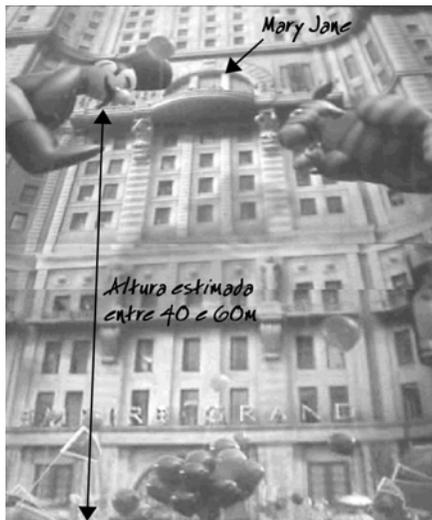


Figura 4. Uma visão panorâmica do prédio onde Mary Jane encontra-se. Nessa imagem pode-se observar a sacada onde está a garota, bem como estimar a altura desta ao chão.

Pode-se determinar a altura da queda de Mary Jane utilizando uma equação típica de queda-livre. Considerando a velocidade inicial nula e o módulo da aceleração gravitacional igual a 10 m/s^2 , verifica-se que para um intervalo de tempo de 8 s^4 , a altura de queda é de 320 m , um valor muito além do estimado!

Outras cenas

Como a idéia desse trabalho é sugerir a utilização do filme como elemento motivador no ensino da Física e apresentar a metodologia na abordagem de cenas do filme, principalmente na sugestão do uso do cronômetro do vídeo-cassete ou DVD como instrumento para a medida de intervalos de tempo, permitindo assim análises quantitativas e para não torná-lo demasiadamente extenso, outras cenas úteis para discussão serão apenas citadas, podendo ser exploradas pelo leitor, se assim julgar pertinente.

É possível, durante a análise das cenas, fazer uso de um sistema de escalas. Na tomada da queda de Mary Jane, por exemplo, pode-se estimar o tamanho de uma janela. Utilizando uma régua, verifica-se o comprimento desta e cria-se assim uma escala. Mede-se depois, com a mesma régua, a altura da sacada até o chão, e fazendo uso da escala criada tem-se um

valor aproximado dessa distância.

Em relação às cenas, pode-se, por exemplo, explorar mais a cena do Homem-Aranha pulando do caminhão sobre a ponte. É possível estimar o módulo da componente vertical da velocidade inicial do herói aracnídeo e conseqüentemente a altura máxima que ele atinge. Estimando o ângulo de inclinação no momento do salto, é possível determinar a intensidade da velocidade inicial do Homem-Aranha e o valor da componente horizontal dessa velocidade, utilizando assim as equações do lançamento oblíquo. Através da dinâmica impulsiva, pode-

se estimar a força que o herói exerce sobre o caminhão no instante do salto.

No final do filme (cena da Mary Jane na ponte) o Homem-Aranha encontra-se suspenso à teia e segurando um bonde. Pode-se estimar a massa do bonde (considerando os passageiros) e determinar a tensão na teia e/ou a força realizada pelo braço do herói (segundo a Marvel Comics o Homem-Aranha suporta uma massa de até 10 toneladas!!!).

Em cenas onde o Homem-Aranha passeia pela cidade balançando-se de teia em teia, muitas vezes ele lança uma teia completando meia oscilação

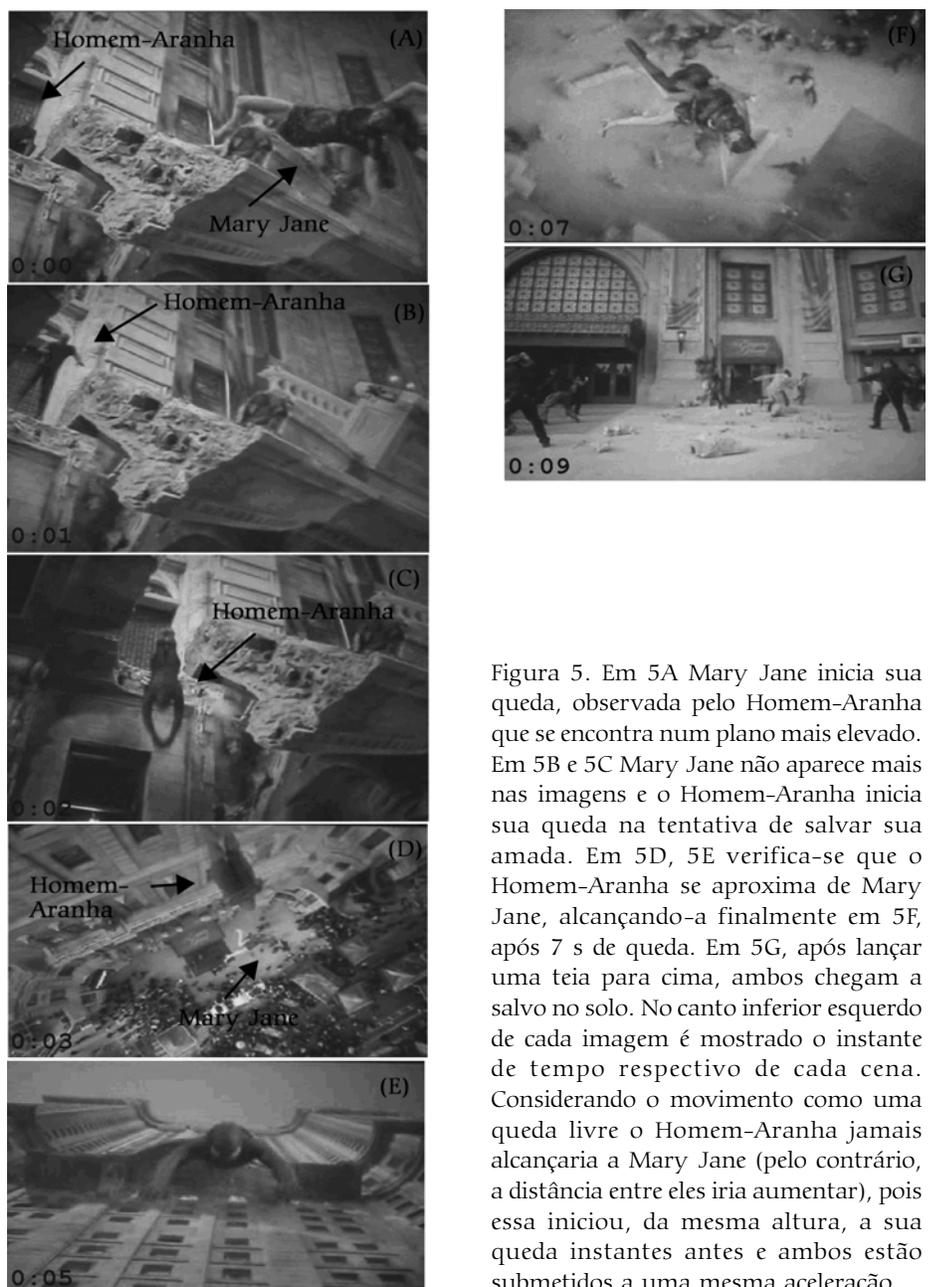


Figura 5. Em 5A Mary Jane inicia sua queda, observada pelo Homem-Aranha que se encontra num plano mais elevado. Em 5B e 5C Mary Jane não aparece mais nas imagens e o Homem-Aranha inicia sua queda na tentativa de salvar sua amada. Em 5D, 5E verifica-se que o Homem-Aranha se aproxima de Mary Jane, alcançando-a finalmente em 5F, após 7 s de queda. Em 5G, após lançar uma teia para cima, ambos chegam a salvo no solo. No canto inferior esquerdo de cada imagem é mostrado o instante de tempo respectivo de cada cena. Considerando o movimento como uma queda livre o Homem-Aranha jamais alcançaria a Mary Jane (pelo contrário, a distância entre eles iria aumentar), pois essa iniciou, da mesma altura, a sua queda instantes antes e ambos estão submetidos a uma mesma aceleração.

em um ponto muito mais alto em relação ao ponto onde partiu, contrariando visivelmente o princípio da conservação da energia.

Esses são apenas alguns exemplos. Se o leitor encontrar outras cenas interessantes o autor desse artigo ficaria feliz em compartilhá-las!

Conclusão

Milhares de adolescentes assistiram esse filme quando o mesmo foi lançado para o cinema. Por se tratar de um super-herói adolescente, tímido, com espinhas no rosto e um ótimo senso de humor, a identificação dos adolescentes com o Homem-Aranha, desde a época das histórias em quadrinhos até sua versão para o cinema, é um fato marcante. A utilização de filmes em sala de aula também tem se mostrada eficiente ferramenta na prática pedagógica. Por essas e outras razões acredita-se que discutir essas cenas com os alunos do Ensino Médio

terá grande aceitação pelos mesmos. Desde o lançamento do filme em 2002 o autor desse trabalho vem analisando essas cenas junto com seus alunos do Ensino Médio e os resultados sempre são satisfatórios, onde a motivação, o grau de interesse e o nível de discussão dos estudantes são sempre muito elevados. Sendo assim, acreditamos que essa atividade é válida para a abordagem dos tópicos aqui apresentados.

Um fato importante que deve ser discutido é a questão da idealização. Nas abordagens sugeridas, procurou-se sempre um sistema ideal. Evidente que essas situações são utópicas, porém os problemas que constituem as listas de exercícios dos alunos no Ensino Médio também apresentam essa idealização. Sendo assim, acreditamos

A utilização de filmes em sala de aula é uma eficiente ferramenta na prática pedagógica. Assim, a discussão dessas cenas com os alunos terá grande aceitação pelos mesmos

ser pertinente realizar essas aproximações, bem como discutir até que ponto elas são válidas. As medidas de altura e de tempo também são variáveis que permitem erros. Destarte, acreditamos que a abordagem quantitativa

contém um erro significativo nos valores obtidos, todavia sua aplicação é útil, pois ilustra, apesar dos erros das medidas, a discrepância das cenas com a realidade, fatos

esses que os alunos adoram. Verifica-se que a abordagem qualitativa permite uma discussão muito mais rica. Pode-se por exemplo, abordar os fatores que levam aos possíveis erros nos cálculos, a questão da idealização de um modelo frente a uma situação real e, é claro, de permitir uma abordagem diferente de temas desenvolvidos no Ensino Médio.

Notas

¹Homem-Aranha (Spider-man), EUA, 2002. De Sam Raimi, com Tobey Maguire, Willem Dafoe e Kirsten Dunst. 121 mim, Columbia Pictures. O título é facilmente encontrado em vídeo-locadoras.

²O sistema em questão não constitui um pêndulo simples de pequenas amplitudes por alguns motivos: A massa não é pontual e a amplitude não é pequena (o ângulo θ entre o fio e a vertical não é aproximadamente igual a $\text{sen}\theta$). Acreditamos que para a aplicação no ensino médio esse exemplo possa ser utilizado até como elemento motivador para a discussão dessa idealização.

³Usualmente os livros brasileiros utilizam o termo velocidade escalar média. Velocidade é uma grandeza vetorial, logo, chamá-la de escalar, não tem significado físico, não faz sentido. Usa-se aqui o termo rapidez para expressar o módulo da velocidade, considerando que desta maneira fica mais clara a grandeza que se deseja expressar. Livros de língua inglesa denominam *velocity* para expressar velocidade e *speed* a *intensidade* dessa. A tradução do livro *Conceptual Physics* para o português [14] apresenta pela primeira vez (pelo menos para conhecimento do autor deste artigo) o termo rapidez!

⁴Consideramos 8 s pois na Fig. 4A Mary Jane ainda encontra-se na sacada. Observando a cena do filme, verifica-se claramente que esse intervalo de tempo é próximo de 8 s.

Referências

- [1] C.L. Hernandez, L. Clement e E.A. Terrazzan, Uma atividade experimental investigativa de roteiro aberto partindo de situações do cotidiano. In: D.M. Vianna, L.O.Q. Peduzzi, O.N. Borges e R. Nardi (orgs.). Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. SBF, São Paulo, 2002 (CD-Rom).
- [2] P.H.D. Menezes e A.M. Vaz, Tradição e inovação no ensino de física: a influência da formação e profissionalização docente. In: D.M. Vianna, L.O.Q. Peduzzi, O.N. Borges e R. Nardi (orgs.). Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. SBF, São Paulo, 2002 (CD-Rom).
- [3] L.D. Oliveira, C. Galli e L.M. Scolari, Atividades interativas de Física no museu de ciências como parte do currículo escolar. In: D.M. Vianna, L.O.Q. Peduzzi, O.N. Borges e R. Nardi (orgs.). Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. SBF, São Paulo, 2002 (CD-Rom).
- [4] M.C. Ferreira e L.M.O. Carvalho, O jogo como avaliação formativa: questões sobre o conceito de pressão. In: D.M. Vianna, L.O.Q. Peduzzi, O.N. Borges e R. Nardi (orgs.). Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. SBF, São Paulo, 2002 (CD-Rom).
- [5] C.L. Levada e P.R. Ferrari, Colisões entre veículos – Opção técnica para ensino de mecânica. In: Anais da 52ª Reunião Anual da SBPC, 2000, Brasília.
- [6] F.L.A. Pena, Como trabalhar com ‘tirinhas’ nas Aulas de Física. *Física na Escola* **4**(2), 20 (2003).
- [7] L.P.C. Piassi e M.P.P. Oliveira, *Ficção científica*

no ensino de Física: Utilizando um romance para desenvolver conceitos. Atas do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. SBF, São Paulo, 2005.

- [8] L.D. Oliveira, A super-física dos super-heróis: Projetos, física e super-poderes. Atas do XVI Simpósio Nacional de ensino de Física. SBF, São Paulo, 2005.
- [9] D.A. Vergara e B. Buchweitz, Ensinando e aprendendo o fenômeno de reflexão da luz com a ajuda de um vídeo. In: D.M. Vianna, L.O.Q. Peduzzi, O.N. Borges e R. Nardi (orgs.). Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. SBF, São Paulo, 2002 (CD-Rom).
- [10] R.A.F. Ferreira, L.F. Silva e C.P. Mendonça, A Física nos filmes de ficção científica: Uma proposta de motivação para o estudo da Física. Atas do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. SBF, São Paulo, 2005.
- [11] W. Souza e L.F. Moreira, 007-Permissão para educar: Uma aplicação de recursos de mídia no ensino da Física. Atas do XVI Simpósio Nacional de ensino de Física. SBF, São Paulo, 2005.
- [12] A.B. Clebsch e P.M. Mors, Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: Uma experiência no ensino de Fluidos. *Revista Brasileira de Ensino de Física* **26**, 323 (2005).
- [13] <http://www.falhanossa.com.br/HomemAranha.htm> (acessado em 20/07/2006).
- [14] Hewitt, P.G. *Física Conceitual* 9ª edição (Editora Bookman, Porto Alegre, 2002), 685 p.