

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA QUEDA LIVRE DOS CORPOS COM AUXÍLIO DE SIMULAÇÕES EM VPHYTON

DIDACTIC SEQUENCE FOR TEACHING FREE FALL OF BODIES WITH THE AID OF SIMULATIONS IN VPYTHON

Pedro Ferreira¹, Alex Costa², Frederico Passos³

¹Instituto Federal de Alagoas/Escola Nossa Senhora do Amparo, profpedrofisic@gmail.com

²Instituto Federal de Alagoas, alex.costa@ifal.edu.br

³Instituto Federal de Alagoas, fpassos@ifal.edu.br

Resumo

Este trabalho apresenta uma proposta de sequência didática integrada a um produto educacional, visando aprimorar o entendimento dos alunos acerca dos conceitos relacionados à queda dos corpos. Pautamos nossa discussão em torno da aprendizagem desse fenômeno, abrangendo seu desenvolvimento histórico, formalismo físico-matemático e destacando a relevância da inserção da tecnologia no ensino de Física, especialmente o uso de simulações como recurso pedagógico. Ademais, desenvolvemos uma sequência didática integrada a um produto educacional, desenvolvido na plataforma VPython, junto a um roteiro de prática experimental. Utilizamos na abordagem metodológica a pesquisa aplicada. A combinação do produto educacional com a sequência didática oferece um suporte significativo tanto para os docentes quanto para os discentes da educação básica, no que diz respeito ao ensino da queda dos corpos, bem como é uma poderosa ferramenta para desafiar e corrigir concepções do senso comum sobre esse tema.

Palavras-chave: queda livre; simulação; VPython; ensino de física.

Abstract

This work presents a proposal for a didactic sequence integrated with an educational product, aiming to enhance students' understanding of concepts related to free fall. Our discussion revolves around the learning of this phenomenon, encompassing its historical development, physical-mathematical formalism, and highlighting the relevance of integrating technology into Physics education, especially the use of simulations as a pedagogical resource. Furthermore, we developed a didactic sequence integrated with an educational product, created on the VPython platform, along with an experimental practice script. In the methodological approach, we employed applied research. The combination of the educational product with the didactic sequence provides significant support for both teachers and students in basic education, regarding the teaching of free fall, and serves as a powerful tool to challenge and correct common-sense conceptions on this subject.

Keywords: free fall; simulation; VPython; physics education.

Introdução

Para Galileu Galilei, o movimento é um dos estudos mais antigos e importantes para o entendimento do comportamento da natureza (NASCIMENTO, 1980), permeando tanto a Física macroscópica quanto microscópica. Destaca-se o seu estudo secular da queda dos corpos, evidenciando que sua aceleração gravitacional permanece constante, independente da massa. Contudo, atualmente persiste nas escolas um desafio educacional: a falta de compreensão dos alunos em relação a conceitos como massa, peso, aceleração e velocidade, gerando uma propagação de informações incorretas. Diante dessa problemática, um estudo recente conduzido por Silva (2022) identificou dificuldades significativas na compreensão da dinâmica de queda, motivando o desenvolvimento de uma solução por meio de uma simulação em VPython. As simulações são uma excelente alternativa para o ensino da queda dos corpos, permitindo explorar uma variedade de cenários e condições de maneira prática e interativa. Os alunos podem testar hipóteses e observar resultados sem as limitações dos experimentos tradicionais. Essa abordagem mais lúdica será implementada por meio de uma sequência didática detalhada, que abordará o contexto histórico, os fundamentos físicos e a importância das simulações no processo de aprendizagem.

O estudo da queda livre dos corpos e a Física por trás deste fenômeno

A incompreensão da queda dos corpos na sociedade contemporânea, ressalta a falta de conscientização entre os alunos sobre o fato de que a queda não está vinculada à massa do objeto. No século V a.C., Aristóteles concebia a queda dos corpos de acordo com a abundância de elementos na matéria, atribuindo a velocidade de queda à composição do objeto (PORTO, 2009). Entretanto, Galileu Galilei, no século XVII, desafiou essa ideia ao realizar experimentos que refutavam a proporcionalidade da massa na queda e observou que a aceleração é necessária para iniciar o movimento de queda (PORTO, 2020).

A revolução no entendimento desse movimento ocorreu por dois motivos principais. Primeiramente, Aristóteles adotava um modelo geocêntrico do mundo, enquanto Galileu defendia um modelo heliocêntrico, invalidando as concepções Aristotélicas (PORTO, 2008). Em segundo lugar, Aristóteles baseava suas afirmações

apenas em filosofia e conhecimento empírico não verificado, ao passo que Galileu utilizou métodos experimentais para comprovar suas teorias. Podemos citar a suposta experiência de Galileu na Torre de Pisa, onde ele teria abandonado objetos de massas e formatos distintos para comprovar a independência da massa na queda (COHEN, 1967). Nesse contexto, Galileu demonstrou que o tempo de queda dos corpos não depende da massa, mas sim de fatores como atrito e resistência do ar, revelando a importância desses elementos na compreensão da queda dos corpos (NASCIMENTO, 1980).

O entendimento da queda livre dos corpos, conforme estabelecido em livros didáticos e na internet, é solidificado por experimentos que desconsideram a resistência do ar, pequenas variações na distância de queda em relação ao raio da Terra e os efeitos mínimos da rotação terrestre (YOUNG; FREEDMAN, 2016). A dinâmica da queda, compreendida através das leis de Newton, revela que o movimento é uniformemente acelerado, com uma aceleração próxima a $9,81 \text{ m/s}^2$, denominada Aceleração da Gravidade (HEWITT, 2015).

Ao analisar a queda de uma partícula verticalmente, considerando a Terra como referência e a força gravitacional como medida, a segunda lei de Newton é empregada. Deste modo, no caso que podemos desprezar a resistência do ar, chegamos na seguinte solução para a velocidade de queda de um corpo,

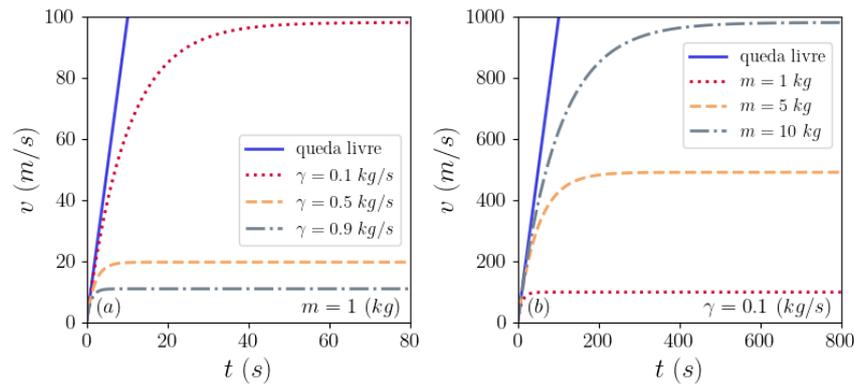
$$\vec{v}_y(t) = \vec{g}t. \quad (1)$$

Para o caso em que se faz presente a resistência do ar, a solução é dada por,

$$\vec{v}_y(t) = \frac{m\vec{g}}{\gamma} \left(1 - e^{-\frac{t\gamma}{m}} \right). \quad (2)$$

Observa-se que quando consideramos a resistência do ar, a queda de um corpo começa a depender da massa. Entretanto, plotando o gráfico das equações 1 e 2, podemos observar que para breves instantes de tempo a queda de um corpo é aproximadamente livre, mesmo na presença da resistência do ar (Figura 1).

Figura 1: Gráficos da velocidade versus o tempo da queda de um objeto considerando a resistência do ar, **(a)** variando o valor de γ para uma massa de 1 kg e **(b)** variando a massa para γ igual a 0,10 kg/s.



Fonte: Autor, 2024.

Simulação no ensino de Física e a plataforma VPython

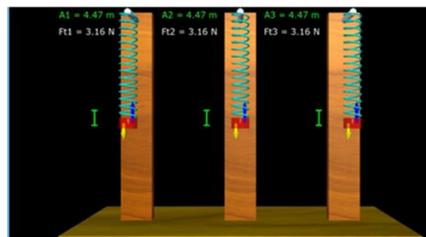
A não adesão de simulações no ensino de Física, pode estar atribuída à ênfase nos vestibulares, à falta de foco no aprendizado da disciplina, à falta de recursos tecnológicos, à formação específica em tecnologias que não é explorada na maior parte dos cursos de formação, entre outros (CRUZ et al, 2022) (MOREIRA, 2021). A pandemia acentuou as dificuldades, evidenciando a necessidade de formação contínua para professores incorporarem efetivamente as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) (ROCHA, 2020). Apesar dos desafios, ambientes estruturados e professores capacitados podem superar essas barreiras, possibilitando a integração eficaz de simulações no ensino de Física, especialmente para compensar a escassez de recursos experimentais. Em meio à deficiência histórica no ensino de Física no Brasil e à dificuldade de manter o interesse dos alunos, as simulações surgem como uma alternativa lúdica e interativa.

Um exemplo prático é apresentado na dissertação de Jesus (2020) no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física apresenta uma sequência didática com simulações em VPython, focando no ensino de Movimento Harmônico Simples (MHS) e no sistema massa-mola com e sem amortecimento. O objetivo é introduzir o tema de forma lúdica e experimental na sala de aula, abordando uma lacuna muitas vezes negligenciada devido à extensão de conteúdo (JESUS, 2020). O uso das simulações cria um ambiente experimental, especialmente valioso para lidar com a complexidade de experimentos práticos em sistemas massa-mola (Figura 2).

A plataforma VPython, também conhecida como Visual Python, é uma biblioteca em Python desenvolvida por David Scherer em 2000, simplificando a criação de animações e gráficos tridimensionais (3D) (BUFASI; LAKRAD, 2019).

Destinada a usuários iniciantes em programação, a VPython permite criar e manipular objetos tridimensionais como variáveis, incorporando propriedades físicas como massa, posição, velocidade e aceleração (VIDAL; FONTURA, p.1110). Gratuita e de código aberto, utiliza a tecnologia GlowScript, desenvolvida por Scherer e Bruce Sherwood em 2011, possibilitando o acesso via navegador sem necessidade de instalação de software adicional. A interatividade em tempo real e as respostas a interações do mouse e teclado são facilitadas, tornando-a uma ferramenta valiosa para o desenvolvimento de simulações educacionais (VIDAL; FONTURA, p.1116–1117).

Figura 2 – Animação do sistema massa-mola no ambiente VPython.



Fonte: Jesus, 2020.

No contexto do ensino de Física, o VPython destaca-se como recurso tecnológico, oferecendo diversas simulações na plataforma, como o Ciclo de Carnot, pêndulo duplo, modelo atômico, motor elétrico, giroscópio, entre outros. Para enriquecer a experiência educacional e superar conceitos aristotélicos ainda presentes nas salas de aula, propomos o desenvolvimento de uma simulação na plataforma VPython, com foco na queda dos corpos. Essa iniciativa busca inovar o ensino, proporcionando uma abordagem prática e envolvente para os alunos.

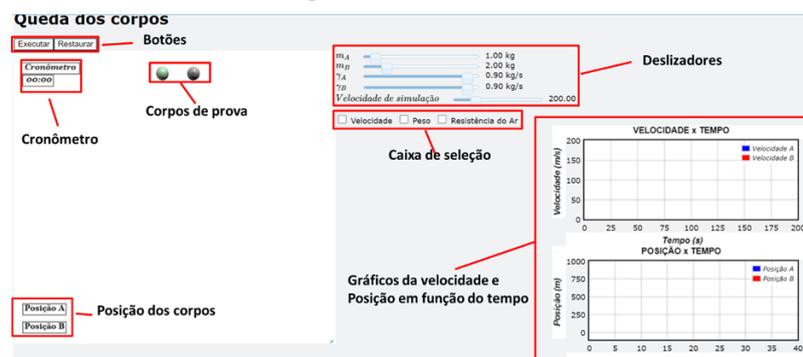
Produto Educacional e a Proposta de Sequência Didática

O produto consiste em uma simulação na plataforma VPython, projetada para elucidar o comportamento da queda de corpos no contexto do cotidiano. A simulação abrange cenários de queda livre e queda com resistência do ar, concentrando-se na compreensão dos efeitos específicos desta última. O objetivo é proporcionar uma experiência de aprendizado abrangente, enfatizando desafios associados ao movimento de corpos sujeitos à resistência do ar. Hiperlink da simulação: [A Queda](#).

A simulação inclui dois corpos esféricos (A e B), representados visualmente, permitindo ajustes interativos de diversas grandezas físicas. Botões executam a

simulação e restauram as condições iniciais, enquanto articuladores ajustam massa, constante de resistência e outros parâmetros. Vetores como velocidade, peso e resistência do ar podem ser visualizados. A abordagem interativa visa envolver os alunos na exploração prática dos conceitos físicos relacionados à queda dos corpos, com gráficos fornecendo uma análise detalhada do comportamento ao longo do processo. O produto busca não apenas transmitir informações, mas também engajar os alunos como protagonistas na compreensão do fenômeno da queda de corpos.

Figura 3 - Layout da simulação.



Fonte: Autor, 2024.

A pesquisa é classificada como pesquisa-ação e qualitativa, centrada no tema da queda dos corpos para abordar questões práticas e oferecer soluções específicas (MENEZES et al., 2019). O objetivo é desenvolver uma sequência didática integrada a um produto educacional, visando aprimorar a compreensão dos alunos sobre os conceitos relacionados à queda dos corpos. A proposta visa que os alunos percebam, na prática cotidiana, os efeitos pouco significativos da queda dos corpos durante seu tempo de queda. O público-alvo abrange alunos do 9º ano dos anos finais e do Ensino Médio, conforme a importância do estudo desse fenômeno na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018). Os recursos necessários incluem um ambiente escolar com acesso à internet por meio de computadores ou tablets, além de quadro branco, pincel e projetor. A aplicação do produto está planejada para ocorrer ao longo de aproximadamente cinco aulas de 50 minutos cada.

AULA 1 - Introdução aos conceitos de queda livre (50 minutos): Inicialmente, devemos aplicar maiêutica socrática, conduzindo o aluno a produzir seu próprio conhecimento através de perguntas sobre a queda dos corpos. Como, por exemplo, "Imagine um objeto sendo solto de uma determinada altura". O que acontece com ele? Tem movimento? O que é movimento?"

Logo após, discutir sobre os conceitos fundamentais de queda livre, incluindo aceleração devido à gravidade, velocidade inicial, tempo de queda, etc. Por fim, devemos demonstrar a simulação interativa de queda livre para os alunos, com intuito que os alunos observem e anotem os principais aspectos do movimento.

AULA 2: Explorando a simulação (50 minutos): Nessa etapa os alunos devem se deslocar para um ambiente onde disponham de computadores com acesso à internet para interagirem com a simulação do movimento. Sendo assim, a turma deve ser dividida em pequenos grupos e deve ser fornecido um roteiro de prática ([Apêndice A - hyperlink](#)) para os mesmos, com instruções para alterações nos parâmetros de movimento, como altura inicial, massa do objeto, resistência do ar, entre outros. Após cada alteração os alunos devem discutir e anotar as conclusões que chegaram após cada alteração realizada na simulação. Por fim, devem divulgar com a turma o que os grupos perceberam.

AULA 3 e 4: Aplicando a equação do movimento (100 minutos) : Nesta etapa devemos retornar para o método tradicional de ensino, onde através do quadro branco e apresentações devemos explicar os conceitos teóricos da queda dos corpos sem e com a resistência do ar. Durante essa aula deve ser apresentado as equações do movimento que regem a queda livre dos corpos e atividades envolvendo situações-problemas relacionado a queda dos corpos, aplicando os conhecimentos adquiridos através das simulações e aulas teóricas, onde, ao fim de cada atividade será discutida as soluções dos problemas em sala de aula, destacando os passos e as estratégias utilizadas.

AULA 5: Análise de Gráficos (50 minutos): Nessa última etapa será desenvolvida a habilidade de leitura e interpretação gráfica. Esse será o momento em que demonstraremos gráficos de *Posição × tempo* e *velocidade × tempo*, tanto para o caso sem resistência do ar como para o caso com resistência do ar. Os alunos devem tentar, em conjunto, interpretar e identificar as características como: velocidade inicial, aceleração, tempo de queda, etc. Além disso, será realizado atividades envolvendo interpretações de gráficos no movimento de queda dos corpos. Caso deseje, e veja que é necessário, deve-se realizar uma atividade com perguntas básicas sobre a queda dos corpos com intuito de observar o crescimento do aluno através da prática.

Considerações Finais

A integração de atividades de programação no ensino dos conceitos da queda dos corpos representa uma abordagem inovadora para superar desafios no entendimento desses fenômenos, particularmente na educação básica. Essa estratégia busca não apenas romper com abordagens tradicionais, mas também ampliar o conhecimento dos alunos, promovendo uma compreensão mais profunda e precisa. Ao incentivar os estudantes a explorar a interseção entre física e tecnologia, essa abordagem oferece benefícios significativos, tanto para o desenvolvimento de habilidades práticas quanto para a correção de concepções comuns sobre o tema.

Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- BUFASI, E.; LAKRAD, K. Improving teaching techniques using Visual Python: A case study in physics laboratories. **International Journal of Scientific and Technology Research**, v. 8, n. 12, p. 161-163, 2019.
- COHEN, B. I. **O nascimento de uma nova física**. São Paulo: Edart, 1967
- HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- MENEZES, A. H. N. *et al.* **Metodologia científica teoria e aplicação na educação a distância**. 1. ed. Petrolina: Universidade Federal Do Vale do São Francisco, 2019. 84 p. ISBN 9788560382910.
- NASCIMENTO, C. A. R. **Quatro textos de Galileu**. Trans/Form/Ação Revista de filosofia da Universidade Estadual Paulista/ Unesp. São Paulo, p. 3:143-7, 1980.
- PORTO, C. M. **A Revolução Copernicana: aspectos históricos e epistemológicos**. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 42, p. 20, 2020.
- PORTO, C.M. **A física de Aristóteles: uma construção ingênua?**. Rev. Brasileira de ensino de Física. Departamento de Física, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil. v. 31, nº. 4, p. 8, 2009.
- PORTO, C.M.; PORTO, M.B.D.S.M. **A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna**. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 30, n. 4, p. 9, 2008
- SILVA, P. H. F. **A queda dos corpos e sua aprendizagem por alunos do ensino médio de uma escola pública estadual de Alagoas**. 2022 Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió, Al, 2022
- VIDAL, F. L. Q.; FONTOURA, C. A. R. S. Glowscrip como ferramenta elucidativa de conceitos de física: explorando o vpython. In: **Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências-Anais V CONAPESC. ISSN 2525-3999**. p. 3999.
- YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física I: Mecânica**. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2016. v. 1.