

APRESENTAÇÃO DOS ASPECTOS DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE A TEMÁTICA QUEDA LIVRE DE UM CORPO PARA ESTUDANTES DO ENSINO À DISTÂNCIA

*Presentation of the Aspects of a Didactic Sequence on the Theme of Free Fall of a
Body for E-learning Students*

*Presentación de los Aspectos de una Secuencia Didáctica sobre el Tema de la
Caída Libre de un Cuerpo dirigida a Estudiantes de Educación a Distancia*

Natália Machado

Universidade do Porto [UP], Porto, Portugal

 <https://orcid.org/0000-0003-2505-1800>

Paulo Simeão Carvalho

Universidade do Porto [UP], Porto, Portugal

 <https://orcid.org/0000-0002-5381-955X>

Frederico Alan de Oliveira Cruz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro [UFRRJ], Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil

 <https://orcid.org/0000-0002-2612-3952>

E-mail de correspondência: nat.alves.machado@gmail.com

Recebido em: 22 de fevereiro de 2024 • Aceito em: 17 de maio de 2024 • Publicado em: 30 de julho de 2024

DOI: 10.12957/impacto.2024.82254

Resumo

Nos cursos de graduação relacionados com temas de ciências da natureza, como física, química e biologia, as atividades experimentais desempenham um papel essencial na compreensão dos diversos fenômenos apresentados ao longo das disciplinas. Essas atividades são componentes fundamentais presentes nas grades curriculares. Nos cursos ministrados na modalidade de ensino à distância, essas práticas ocorrem num ambiente inicialmente pouco conhecido pelos estudantes, conduzidas geralmente por tutores em horários pré-determinados. Em muitos casos, há limitações que impedem a repetição da atividade, dificultando uma compreensão mais aprofundada do conteúdo abordado. Dentro dessa perspectiva, uma vez que, nos cursos de



ensino à distância, as atividades laboratoriais devem ser realizadas presencialmente, torna-se crucial pensar em propostas que preparem os estudantes para essas atividades, utilizando recursos complementares. Neste artigo, propomos uma sequência didática para a atividade experimental de queda livre de um corpo, que incorpora vídeos e simulações. Essa abordagem visa contribuir de maneira eficaz para a construção do conhecimento do estudante, capacitando-o melhor para a realização da atividade prática.

Palavras-chave: Ensino à distância. Queda livre. Atividade experimental. Vídeos. Simulações.

Abstract

In undergraduate programs related to natural sciences such as physics, chemistry, and biology, experimental activities play a crucial role in understanding various phenomena presented across these curriculum subjects. These practical activities are fundamental components embedded in the curriculum. In distance learning courses, these practices take place in an environment initially unfamiliar to students, usually overseen by tutors at predetermined times. In many instances, there are limitations preventing the repetition of activities, hindering a more in-depth understanding of the covered content. From this perspective, given that in distance learning courses, laboratory activities must be carried out in person, it is crucial to devise proposals that prepare students for these activities using complementary resources. In this article, we propose a didactic sequence for the experimental activity of free fall of an object, incorporating videos and simulations. This approach aims to effectively contribute to the construction of students' knowledge, better equipping them for the practical activity.

Keywords: Distance learning. Free fall. Experimental activity. Videos. Simulations.

Resumen

En los cursos de licenciatura relacionados con ciencias naturales como física, química y biología, las actividades experimentales desempeñan un papel esencial en la comprensión de los diversos fenómenos presentados a lo largo de las disciplinas. Estas actividades son componentes fundamentales en los planes de estudios. En los cursos ofrecidos en la modalidad de enseñanza a distancia, estas prácticas tienen lugar en un entorno inicialmente poco familiar para los estudiantes, generalmente dirigidas por tutores en horarios preestablecidos. En muchos casos, existen limitaciones que impiden la repetición de la actividad, dificultando una comprensión más profunda del contenido abordado. Desde esta perspectiva, dado que en los cursos de enseñanza a distancia las actividades de laboratorio deben realizarse de manera presencial, resulta crucial idear propuestas que preparen a los estudiantes para estas actividades, utilizando recursos complementarios. En este artículo, proponemos una secuencia didáctica para la actividad experimental de caída libre de un cuerpo, que incorpora videos y simulaciones. Este enfoque tiene como objetivo contribuir de manera efectiva a la construcción del conocimiento del alumno, capacitándolo mejor para llevar a cabo la actividad práctica.

Palabras-clave: Enseñanza a distancia. Caída libre. Actividad experimental. Videos. Simulaciones.



INTRODUÇÃO

Nos cursos de graduação ligados às Ciências da Natureza, tais como Física, Química e Biologia, as atividades experimentais desempenham um papel crucial na compreensão fenomenológica. No âmbito dos cursos presenciais, as denominadas aulas práticas (também referidas como laboratoriais) são programadas para ocorrer em horários específicos, embora possam ser repetidas conforme a necessidade do professor e dos estudantes, mesmo que os horários estejam inicialmente estabelecidos. Esta flexibilidade é possível devido à presença assídua dos docentes nas instituições educacionais, que possibilitam a utilização dos espaços laboratoriais a qualquer momento.

Na modalidade de Ensino à Distância (EaD), a dinâmica é, em muitos casos, diferente, uma vez que tais atividades práticas são realizadas num ambiente inicialmente menos familiar aos estudantes. Os locais utilizados são quase sempre um polo avançado localizado na proximidade da residência do estudante ou num laboratório vinculado à instituição responsável pelo curso. As atividades são, na sua maioria, conduzidas por tutores (Silva, Fireman, 2013) em horários predefinidos, dificultando a sua repetição em momentos distintos para o aprimoramento formativo dos estudantes ou pela necessidade de melhora na obtenção dos dados de uma determinada experiência. Essa disparidade exige que os cursos EaD busquem formas ou ações alternativas que contribuam para o processo educacional dos estudantes, possibilitando-lhes a chance de realizar as tarefas em outro momento, favorecendo a compreensão dos princípios científicos dos fenômenos abordados.

Dentre as diversas ferramentas educativas digitais disponíveis que podem apoiar a aprendizagem e atuar na perspectiva já citada, destacam-se as simulações computacionais e os vídeos. As simulações, por exemplo, podem ser empregadas na área de Química, abordando tópicos como o balanceamento de reações químicas (Mendes, Santana, Pessoa Júnior, 2015) e titulação (Silva, Silva, 2020), assim como em Física, explorando temas de Física Moderna (Schweder, 2015) e Termodinâmica (Moldenhauer, Cruz, 2015), entre outros temas (Christian, Belloni, 2003; CARVALHO et al., 2014). Ambas as ferramentas compartilham como atributo principal o caráter ilustrativo dinâmico. Nos vídeos, esse atributo se manifesta por meio do caráter narrativo-explicativo, funcionando como um elemento secundário que promove a interação sensorial. Por sua vez, na simulação, a característica dinâmica se revela ao oferecer aos estudantes a capacidade de testar hipóteses e manipular objetos virtuais.



Além do caráter informativo sobre um fenômeno, os vídeos podem ser utilizados para familiarizar os estudantes com práticas experimentais que serão realizadas mais tarde no laboratório (Rodgers *et al.*, 2019), compreendendo as etapas necessárias para a execução, e em alguns casos coletar dados a partir das imagens obtidas (Silva, Cruz, 2020). No segundo caso mencionado, com auxílio de um *software* adequado, é possível construir representações dos dados (por exemplo, através de gráficos) para um estudo mais aprofundado dos fenômenos físicos em questão.

Por seu lado, as simulações propiciam aos estudantes uma compreensão geral do papel dessa ferramenta nas pesquisas científicas, possibilitando a realização de previsões de resultados, como no modelo do nascimento do universo e nas situações associadas à obtenção de uma estimativa do resultado esperado de um fenômeno (Diniz, 2011; Neves, Teodoro, 2013; Santos, 2016). Assim, deve ser considerada a oportunidade de integrar essas ferramentas (vídeos e simulações) nos cursos de formação, para que mesmo a partir de experiências simples, os estudantes percebam como o conhecimento científico é produzido atualmente e se familiarizarem com tais recursos.

Baseados nessa ideia, neste trabalho, apresentamos uma proposta que une as ferramentas supracitadas, com o intuito de contribuir para uma prática com o objetivo de promover uma aprendizagem focada numa visão construtivista (Jobrack, 2013). Além disso, busca-se fornecer outros suporte e recursos que podem apoiar a formação de um indivíduo mais preparado para as atividades práticas ao longo do curso.

MATERIAIS UTILIZADOS NA PROPOSTA

Para exemplificar a ideia apresentada anteriormente, vamos identificar as etapas de procedimento para análise do problema de um corpo em queda livre. A justificativa para a escolha deste conteúdo se baseia na percepção que essa experiência faz parte das atividades laboratoriais previstas nos cursos introdutórios de Física, quer no Brasil (Cecierj, 2024; Uff, 2024; UFRJ, 2024) como em Portugal (DGE, 2018). Na sequência didática proposta são disponibilizados, dentro do projeto VLAB-FIS (GIEDIF, 2020a), os seguintes materiais:

- Vídeo introdutório - este material tem uma curta duração de 3 minutos e 25 segundos e dá uma visão holística da atividade. Apresenta detalhes relevantes que capacitam o estudante a compreender melhor a dinâmica do trabalho a realizar no laboratório (Figura 1). Intencionalmente, o vídeo não mostra a execução completa da atividade em si, mas desempenha um papel



fundamental ao fornecer previamente informações essenciais sobre a atividade, nomeadamente o material laboratorial a usar, permitindo que os estudantes se familiarizem com o procedimento experimental e fiquem mais bem preparados e informados para executar a experiência no laboratório.

Figura 1
Sequência de imagens do vídeo introdutório

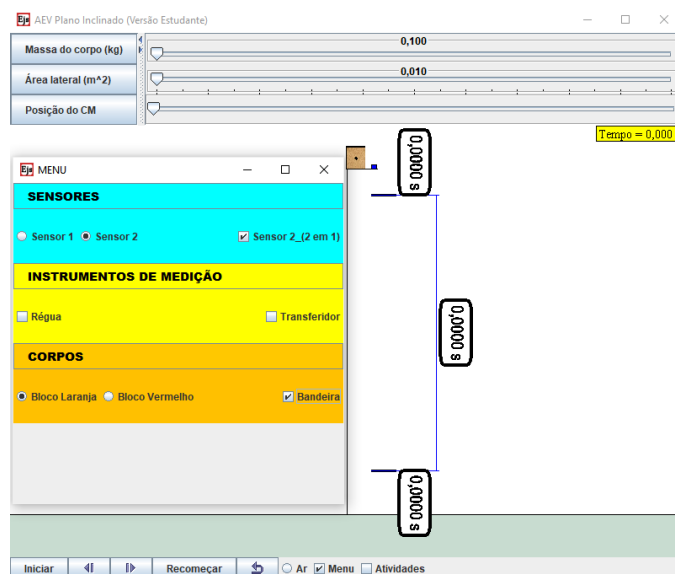


Fonte: Acervo dos autores (VLAB-FIS, 2018).

- **Simulação** - é disponibilizada uma simulação intitulada 'Queda livre' (Figura 2) com objetivos similares à experiência que será executada e analisada no laboratório. Neste particular, a simulação possibilita medir a velocidade de um objeto ao passar por sensores do tipo *light gates*, permitindo ao estudante medir os tempos de passagem do objeto pelos sensores e determinar a respectiva velocidade, bem como medir o tempo que o objeto demora a passar entre os sensores, o que conduz ao cálculo da aceleração de queda do objeto. Com a simulação, o estudante pode estudar se há influência de outros fatores na queda de um corpo, como a massa deste ou a existência de ar, permitindo-lhe assim compreender os aspectos fundamentais do fenómeno de forma controlada e em ambiente virtual, antes de realizar a atividade experimental presencialmente.



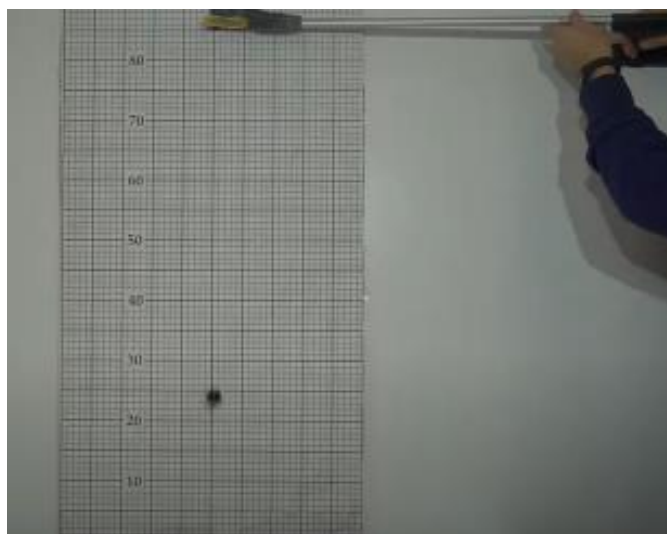
Figura 2
Layout da simulação da atividade experimental da queda livre



Fonte: GIEDIF, 2020a.

- Vídeos de uma atividade experimental real - além dos materiais já citados, são ainda disponibilizados alguns vídeos com o movimento em queda livre de esferas iguais de massas diferentes (figura 3). Esses vídeos são filmagens reais, que com o uso de *software* adequado, podem ser analisadas para retirar dados experimentais, que depois são analisados e tratados de uma maneira análoga ao que acontece no laboratório físico.

Figura 3
Vídeo da atividade experimental da queda livre



Fonte: GIEDIF, 2020a.



PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA E DE AVALIAÇÃO

No caso das atividades de preparação em EaD, é importante considerar uma sequência factível ao estudante, para que ele se sinta motivado e preparado para a realização da tarefa. Nesse processo é fundamental que o professor ou equipe responsável estruture adequadamente as etapas que devem ser realizadas pelos estudantes, que na nossa proposta são: (i) observação do vídeo introdutório, eventualmente auxiliado pelo roteiro de exploração fornecido e dando resposta às questões preparatórias que lá são colocadas, (ii) realização da experiência virtual através da simulação e orientada pelo roteiro de exploração respectivo, e (iii) análise de vídeos da atividade experimental real, recolha de dados e respectivo tratamento dos dados.

A seguir vamos descrever com maior detalhe cada uma destas etapas da sequência didática:

(i) O vídeo introdutório representa o ponto de partida para o estudante começar a sua devida preparação para a realização do experimento. A partir dele, espera-se que o estudante responda às questões apresentadas no roteiro de exploração, as quais abordam a Questão-Problema que orienta a experiência, a identificação dos materiais utilizados e a reflexão sobre conteúdos relacionados com a análise conceitual da queda livre de um objeto. Assim, o roteiro de exploração (Figura 4) tem como objetivo aprofundar a exploração do vídeo introdutório, estando estruturado em cinco tópicos que abordam os conteúdos de maneira orientada pelo método de inquérito-guiado. Os tópicos destacados são:

- ✓ Observação do vídeo introdutório na sua totalidade: pretende-se que os estudantes retirem do vídeo introdutório as principais ideias da experiência (incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental) e anotem também os detalhes fornecidos para a execução da atividade;
- ✓ Análise conceitual da atividade experimental: quer-se que os estudantes identifiquem os conceitos envolvidos e que expliquem cientificamente, conforme o seu conhecimento na altura, as situações que lhes são apresentadas;
- ✓ Preparação de registos da atividade experimental: com base no vídeo, os estudantes deverão descrever as etapas da experiência, preparar tabelas que facilitem a recolha de dados experimentais e quais as grandezas que deverão ser calculadas após a realização da atividade no laboratório da escola;



- ✓ Comparação dos resultados obtidos com as previsões iniciais: essa análise é importante para o estudante confrontar as suas percepções iniciais com as que adquiriu depois da realização da atividade no laboratório;
- ✓ Construção de um relatório simplificado: utilizando o esquema em forma de “V” epistemológico (Novak, Gowin, Johansen, 1983) presente no final de cada vídeo introdutório, propõe-se que o estudante preencha a ala conceptual do “V” e que após realizar a atividade completa (vídeo introdutório, atividade no laboratório, simulação e/ou análise de vídeo), preencha a ala metodológica, incluindo a resposta à Questão-Problema da atividade.

Figura 4

Roteiro de exploração do vídeo introdutório da atividade experimental da queda livre

- 1- Observa o vídeo na sua totalidade.
 - 1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental.
 - 1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.
- 2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.
 - 2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?
 - 2.2 - Quando largas um corpo, ele cai em direção à Terra. Qual a razão deste fenómeno?
 - 2.3 - A velocidade dos corpos em queda livre será constante ou varia? Explica o teu raciocínio e diz que grandeza física nos pode caracterizar o movimento desses corpos.
 - 2.4 - A massa dos corpos influencia o movimento? Faz uma previsão, justificando com argumentos científicos.
- 3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.
 - 3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverás realizar, com base no vídeo introdutório.
 - 3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e as grandezas a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.
- 4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões, justificando criticamente.
- 5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (secção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

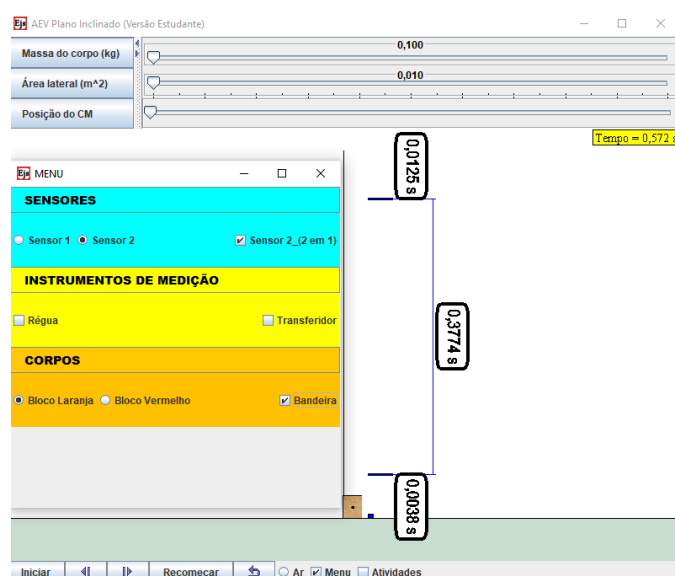
Fonte: GIEDIF, 2020a.



Para avaliar a atenção dos estudantes ao vídeo introdutório e o grau de preparação que este gerou para a experiência, propõe-se um questionário simples que pode ser conduzido antes da aula laboratorial. As questões da avaliação devem abordar aspectos relacionados com o conteúdo qualitativo do vídeo, podendo as respostas ser registadas em papel e lápis ou por meio de plataformas digitais. Essa avaliação, do tipo formativa, pode ocorrer de forma assíncrona, utilizando ferramentas como o *Google Forms*, por exemplo, ou de maneira síncrona, aproveitando as características de gamificação (Deterding *et al.*, 2011) do *Kahoot!* para esse propósito. O *Kahoot!* é uma plataforma *online* que permite criar perguntas que devem ser respondidas em tempo real por um número ilimitado de “jogadores”, criando um ambiente de aprendizagem social e divertido, que pode ser utilizado para avaliar formativamente o conhecimento de cada estudante.

(ii) Quanto à simulação, deve ser fornecido aos estudantes um roteiro de exploração que o oriente nas diferentes etapas da experiência virtual. Com este recurso, os estudantes têm a oportunidade de calcular a velocidade 'instantânea' do centro de massa do corpo em queda para duas alturas diferentes (ao medir o tamanho da bandeira e o intervalo de tempo indicado em cada sensor) e, como tal, determinar a variação de velocidade entre os dois instantes (Figura 5). Com base nos resultados obtidos e no intervalo de tempo fornecido pela simulação, os estudantes podem calcular a aceleração média de queda do bloco, que é o objetivo do trabalho.

Figura 5
Exemplo da simulação da atividade experimental da queda livre



Fonte: GIEDIF, 2020a.



O roteiro de exploração da simulação (figura 6) também pode ser construído de maneira que os estudantes explorem o efeito de diversas variáveis na queda, como a posição dos sensores, a posição inicial do bloco, a influência da massa do corpo e o efeito do ar. Essas opções são uma vantagem no uso de simulações em comparação à experiência real, por oferecerem um controle de variáveis mais facilmente acessível pelos utilizadores. Esse processo não apenas reforça a compreensão teórica dos fenômenos estudados, mas também incentiva a aplicação prática dos conceitos discutidos na atividade experimental.

Figura 6

Exemplo de roteiro de exploração da simulação da atividade experimental da queda livre

Na janela do MENU, seleciona “Sensor (modo Pulse) → Sensores (modos Gate e Pulse)” e “Bandeira”

1. Posiciona o Centro de Massa (CM) do bloco no ponto mais elevado.
2. Coloca os sensores de cima e de abaixo numa posição qualquer da linha de referência.
3. Mede o intervalo de tempo de passagem da bandeira pelo sensor de cima e a partir deste valor, calcula a velocidade do bloco. O que significa fisicamente o valor obtido?
4. Mede o intervalo de tempo de passagem da bandeira pelo sensor de baixo e a partir deste valor, calcula a velocidade do bloco. O que significa fisicamente o valor obtido?
5. Com os dados recolhidos acima (3) e (4), determina a variação de velocidade do corpo.
6. Já deves ter reparado que há um terceiro indicador na simulação entre os sensores de cima e de baixo (sensor no modo Pulse). O que mede esse indicador?
7. Se há uma variação da velocidade num dado intervalo de tempo, então é porque o bloco cai com uma aceleração. Qual o valor que prevês para a aceleração do bloco? Porquê?
8. Com os dados recolhidos em (5) e (6), descreve como podes determinar a aceleração média de queda do bloco. Apresenta todos os cálculos realizados e o valor obtido.
9. Qual é o valor tabelado para a aceleração da gravidade? Compara o valor que obtiveste experimentalmente com o valor tabelado e tira conclusões.
10. Avalia a exatidão do resultado e calcula o erro percentual, admitindo que se trata de uma queda livre.
11. A aceleração do bloco depende da posição dos sensores e/ou da posição inicial do bloco? Faz a tua previsão, justificando.

Fonte: GIEDIF, 2020a.

Além disso, utilizando valores conhecidos, como a aceleração da gravidade local, que pode ser obtida através da internet, os estudantes podem realizar comparações, tirar conclusões, avaliar a precisão dos resultados e calcular o erro percentual das suas medidas.

(iii) Na etapa seguinte da aplicação da sequência didática, os estudantes realizam a análise de vídeos contendo gravações reais da atividade experimental. Para tal, podem usar o *Tracker* (Brown e Cox, 2009), um software gratuito de análise e modelagem de vídeo de uma atividade real (OSP, 2011). A sua grande vantagem é que ele possibilita a avaliação de gráficos e funções, permitindo a



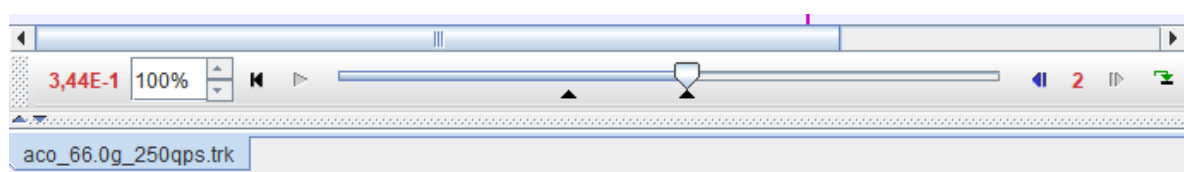
discussão de princípios e leis físicas. A ideia é que a análise dos vídeos possa proporcionar uma perspectiva prática das atividades experimentais, ao permitir que os estudantes tenham a oportunidade de aplicar os conceitos teóricos aprendidos durante a preparação virtual. Essa abordagem não apenas possibilita ao estudante observar a execução experimental e realizar em simultâneo a análise quantitativa dos dados, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada do fenômeno estudado.

Para fazer corretamente a análise dos vídeos, o estudante deve seguir os seguintes passos:

- ✓ Ajuste do Início e Fim dos Vídeos - etapa na qual os estudantes selecionam os limites do trecho do vídeo a analisar (figura 7), bem como a taxa de quadros (*frames*) por segundo;

Figura 7

Layout do software Tracker para a ajuste do início e fim dos vídeos da atividade experimental da queda livre

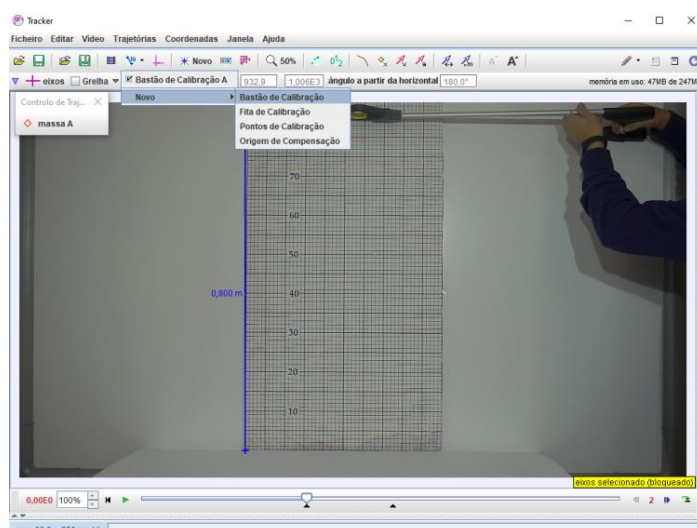


Fonte: Acervo dos autores.

- ✓ Calibração da imagem com régua - etapa onde se usa uma régua para calibrar a imagem do vídeo, convertendo distâncias entre pixels do *ecrã* em comprimentos (figura 8);

Figura 8

Layout do software Tracker para calibração com régua da atividade experimental da queda livre



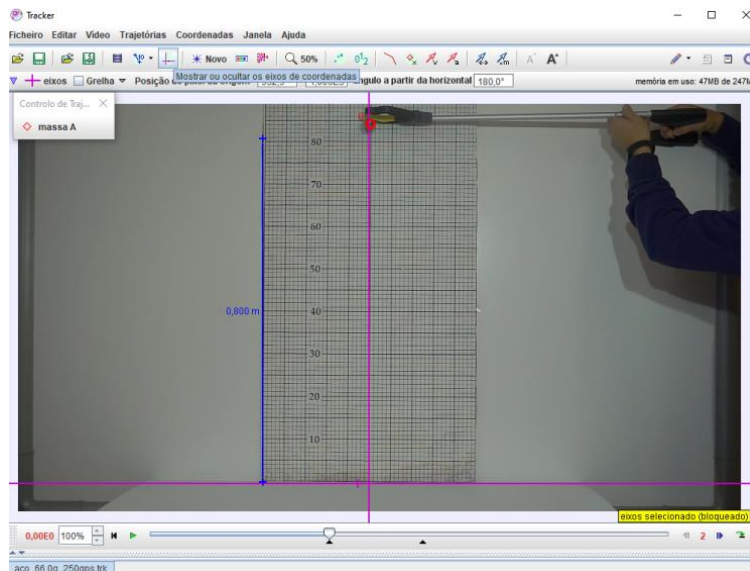
Fonte: Acervo dos autores.



- ✓ Uso de Referencial cartesiano - posicionamento de um referencial no vídeo, no qual são identificados os eixos coordenados adequados (figura 9);

Figura 9

Layout do software Tracker para o posicionamento do referencial cartesiano na atividade experimental da queda livre

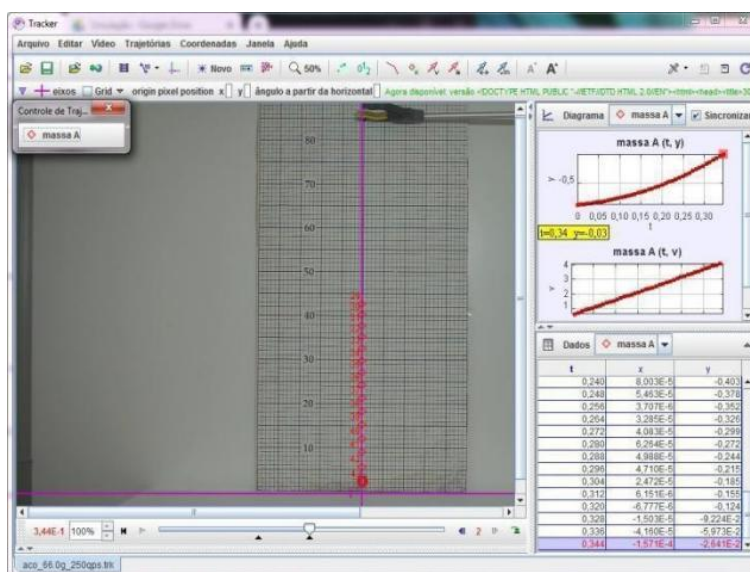


Fonte: Acervo dos autores.

- ✓ Marcação de Pontos e Visualização de Dados - etapa de marcação das posições dos objetos e visualização em simultâneo das trajetórias e dos gráficos gerados pelo software (Figura 10).

Figura 10

Dados obtidos na análise de um dos vídeos disponíveis da queda livre com o software Tracker



Fonte: Acervo dos autores.



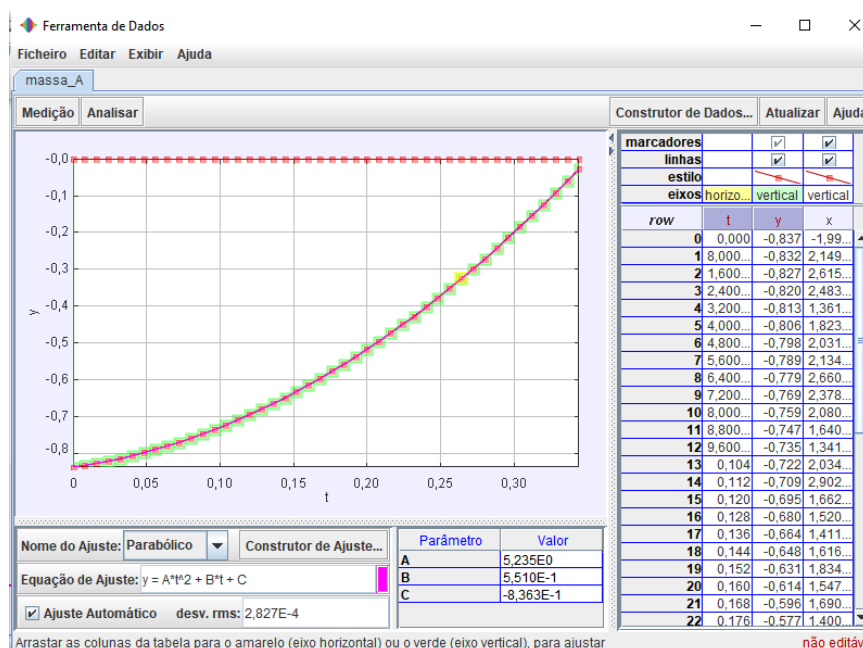
(iii) O último passo nesta sequência didática envolve a análise de gráfico selecionados pelo utilizador (posição, velocidade, aceleração, energia) utilizando as ferramentas de análise fornecidas pelo software. Nesse processo, o estudante será desafiado a selecionar a curva do modelo físico-matemático que melhor se ajusta ao gráfico. No caso apresentado nesta atividade da queda livre, as posições da esfera que cai segundo a vertical (eixo YY) são descritas por uma função parabólica do tipo:

$$y = A \cdot t^2 + B \cdot t + C \quad (1)$$

onde y é a variável dependente (posição), x é a variável independente (tempo) e A, B, e C são coeficientes de ajuste a serem determinados (Figura 11).

Figura 11

Análise gráfica dos dados experimentais com o uso de uma função parabólica, sendo o valor da aceleração obtido nesta análise com desvio de aproximadamente 6,8%



Fonte: Acervo dos autores.

É importante salientar que a escolha e ajuste dessa curva parabólica serão fundamentais para a interpretação física dos dados experimentais e a correlação efetiva com o modelo matemático subjacente ao fenômeno de queda livre. Esse processo de análise não apenas consolida os conhecimentos adquiridos pelos estudantes, mas também mobiliza habilidades práticas de aplicação de modelos matemáticos em contextos reais, contribuindo para a formação integral dos estudantes



no campo da física experimental. O professor pode fazer uma avaliação das aprendizagens dos estudantes solicitando o envio dos ficheiros criados por estes com o software.

No final da atividade, como síntese do trabalho realizado, a sequência didática prevê que cada estudante ou grupo elabore um relatório simplificado em forma de "V" epistemológico de Gowin (Gowin e Alvarez, 2005; Novak et al., 1983). A escolha por uma construção de material escrito simplificado, embora estruturado de maneira diferente de outras formas mais tradicionais, é motivada pela percepção de que o relatório em forma de "V" possui um caráter avaliativo heurístico. O "V" convida o estudante a refletir sobre o conteúdo ensinado, mostrando-lhe que o conhecimento humano é produzido e construído pela análise concomitante dos domínios conceitual e metodológico, assim como as suas inter-relações, conforme proposto por Gowin e Alvarez (2005).

Esta sequência didática que propomos num contexto de EaD, tem sido implementada e testada em escolas do ensino secundário português (Carvalho *et al.*, 2021), com grande sucesso na preparação dos estudantes para as aulas laboratoriais, motivação e mobilização de competências cognitivas e processuais. Também foi testado com sucesso com um estudante com deficiência motora, utilizador de cadeira de rodas, provando a sua viabilidade como abordagem inclusiva (Machado, 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática apresentada, integrante de um projeto inclusivo mais vasto designado por VLAB-FIS (Carvalho *et al.*, 2021), oferece oportunidades significativas para facilitar a aprendizagem e preparar os estudantes de EaD para atividades experimentais reais. Os elementos necessários para a compreensão dos fenômenos físicos são apresentados antecipadamente aos estudantes, proporcionando uma abordagem estruturada e progressiva das atividades experimentais.

Isso ocorre pelo uso das ferramentas digitais que apresentam, pelo menos, quatro pontos positivos:

- ✓ Facilitam o acesso a diferentes fontes de conhecimento;
- ✓ Permitem combinar diferentes domínios a estudar;
- ✓ Constituem um instrumento pedagógico que possibilita conjugar diferentes programas e métodos de educação e formação (Adell, 1997, *apud* Correia, 2005, p. 8);



- ✓ Podem ser usadas à hora preferida pelos estudantes, reproduzidas quantas vezes forem necessárias e no local mais conveniente (Carvalho, Christian, Belloni, 2013).

No caso dos vídeos introdutórios, a escolha por recursos de curta duração é motivada pela familiaridade dos jovens da chamada Geração Z, definida como pessoas nascidas a partir da segunda metade da década de 1990, conforme delineado por Kampf (2011). A predileção por esse formato de comunicação reflete a afinidade natural dessa geração com conteúdos apresentados de maneira rápida e concisa, alinhando-se com as suas preferências de consumo de informações.

Adicionalmente, a utilização de vídeos extraídos da experiência se configura como uma alternativa eficaz na exposição de conteúdos experimentais, visando aprimorar o desempenho e a aprendizagem relativamente aos princípios da Física subjacentes aos experimentos a serem realizados. A adaptação desses recursos à realidade tecnológica dos estudantes não apenas facilita o acesso, mas também potencializa a assimilação de conhecimentos, promovendo uma abordagem pedagógica alinhada aos meios de comunicação preferidos pelos indivíduos da referida geração.

Outro ponto importante, é que o contato dos professores com essas ferramentas virtuais, bem como as respectivas sequências didáticas, pode ser valioso, influenciando positivamente a sua atividade profissional. Isso os torna mais familiarizados e preparados para utilizar com os seus estudantes essas abordagens com base no digital. A exploração prática virtual permite aos professores/tutores acompanhar a evolução da aprendizagem dos estudantes de forma eficaz, identificando pontos conceituais que necessitam de maior atenção, tanto dentro como fora do laboratório.

A utilização de ferramentas gamificadas como o *Kahoot!* ao final de cada etapa realizada pelos estudantes, nomeadamente após a visualização do vídeo introdutório e antes dos estudantes irem para o laboratório, proporciona um retorno imediato sobre a sua evolução pessoal. Isso não apenas promove uma compreensão mais profunda das habilidades mobilizadas e das dificuldades manifestadas pelos estudantes, mas também favorece que os professores ajustem a sua abordagem pedagógica, inserindo materiais de apoio adicionais conforme necessário.

Uma dimensão crucial dessa sequência didática é a possibilidade de inclusão de atividades experimentais para indivíduos com necessidades educativas especiais (NEE). Muitas vezes, esses estudantes enfrentam barreiras nas aulas experimentais devido à falta de equipamentos adaptados. A abordagem digital proposta torna-se adequada para esses estudantes, proporcionando a inclusão e a oportunidade de participação ativa nas atividades experimentais, pois enquanto os colegas



desenvolvem o seu trabalho nas bancadas dos laboratórios, os estudantes com NEE realizam as experiências de forma virtual no mesmo espaço laboratorial, podendo assim discutir os seus resultados e as suas conclusões de forma ativa entre colegas. Os professores, por seu lado, devem estar atentos às necessidades específicas dos seus estudantes com NEE, aproveitando essa abordagem didática inclusiva para promover o ensino e aprendizagem das Ciências de maneira acessível a todos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia e ao IFIMUP, projetos Ref. UIDB/04968/2020 e UIDP/04968/2020, pelo apoio a este trabalho.

REFERÊNCIAS

- BANCHI, H.; BELL, R. The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, v. 46, n. 2, p. 26-29, 2008.
- BELL, R. L.; SMETANA, L.; BINNS, I. Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, v. 7, n. 2, p. 30-33, 2005.
- BROWN, D. Tracker-Video analysis and modeling tool, 2020. Disponível em: <<https://is.gd/BUlpNh>>. Acesso em: 30 set. 2020.
- BROWN, B., COX, A.J. Innovative Uses of Video Analysis. *The Physics Teacher*, 47, 145–150, 2009.
- CARVALHO, P. S. As animações virtuais no ensino interativo da Física. *Revista de Ciência Elementar*, v. 3, n. 1, p. 1-4, 2015.
- CARVALHO, P. S.; A MACHADO, N.; ARAÚJO, P. P. Project VLAB-FIS: a novel approach to engage students on experimental work in physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1929, 012023, 2021.
- CARVALHO, P. S.; CHRISTIAN, W.; BELLONI, M. Physlets e Open Source Physics para professores e estudantes portugueses. *Revista Lusófona de Educação*, v. 25, p. 59-72, 2013.
- CARVALHO, P. S. et al. Física em Physlets: Ilustrações, Explorações e Problemas para um Ensino Interativo em Física Introdutória. Seattle: Amazon Digital Services Inc., 2014.
- CHRISTIAN, W.; BELLONI, M. Physlets: Teaching Physics with Interactive Curricular Material. London: Pearson, 2000.
- CHRISTIAN, W.; BELLONI, M. Physlet Physics: Interactive Illustrations, Explorations and Problems for Introductory Physics. Boston: Addison-Wesley, 2003.
- CHRISTIAN, W.; BELLONI, M. Physlet Physics 3E: Interactive Illustrations, Explorations and Problems for Introductory Physics, 2013. Disponível em: <<https://www.compadre.org/Physlets/>>. Acesso em: 7 de abril de 2020.
- CORREIA, J. B. A. Estereoscopia Digital no Ensino da Química. 2005. 152f. Dissertação (Mestrado em Educação Multimédia) - Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, 2005.



DETERDING, S., DIXON, D., KHALED, R., & NACKE, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification" [Dos elementos de design de jogos à jogabilidade: definindo "gamificação"]. Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (MindTrek '11) (9-15). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

Direção-Geral de Educação (2018). Aprendizagens Essenciais, 10.º ano. Disponível em: https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/10_fq_a.pdf Acedido em 2 de fevereiro de 2024.

DINIZ, E. M. Simulação de cirurgia mamária usando Elementos Finitos com modelos reconstruídos a partir de mamografias. 2011. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Eletricidade) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2011.

ESCHAMBRE, F. Easy Java/Javascript Simulations, 2019. Disponível em: <https://www.um.es/fem/EjsWiki/>. Acesso em: 7 de abril de 2020.

GIEDIF - Grupo de Investigação em Ensino e Divulgação da Física. Mecânica: Queda Livre, 2020a. Disponível em: <https://is.gd/27m76h>, Acesso em: 04 jan. 2021.

GIEDIF - Grupo de Investigação em Ensino e Divulgação da Física. Vídeos Vlab-Fis 11.º ano, 2020b. Disponível em: <https://is.gd/aHOblo>, Acesso em: 04 jan. 2021.

GOWIN, D.B., ALVAREZ, M.C. The art of Education with V Diagrams. Nova York: Cambridge University Press, 2005.

JOBRACK, B. The 5E Instructional Model: Engage Explore Explain Evaluate Extend. ETEAMS Math & Science Partnership, STEM-White Paper, 2013. Disponível em: <https://is.gd/ieRJqI>. Acesso em: 09 jul. 2024.

KÄMPF, C. A geração Z e o papel das tecnologias digitais na construção do pensamento. ComCiência, n.131, pp. 1-4, 2011.

MACHADO, N.A. Atividades prático-laboratoriais em Física: uma abordagem didática interativa e inclusiva. Tese de doutorado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2024. Disponível em: <https://is.gd/25hI4h>; Acesso em: 09 jul. 2024.

MENDES, A.; SANTANA, G.; PESSOA JÚNIOR, E. O uso do software PhET como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química. Revista Areté, v. 8, n. 16, p. 52-60, 2017.

MOLDENHAUER, V. R.; CRUZ, F. A. O. Abordagem via applet: Discutindo os materiais a partir da termodinâmica. Caderno de Física da UEFS, v. 13, n. 2, p. 2402-2409, 2015.

NEVES, R. G.; TEODORO, V. D. Modelação computacional, ambientes interactivos e o ensino da Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Revista Lusófona de Educação, n. 25, p. 35-58, 2013.

NOVAES, T et al. Geração Z: uma análise sobre o relacionamento com o trabalho. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO, 16., 2016, Caxias do Sul. Trabalhos [...]. Caxias do Sul: UCS, 2016. p. 1-16.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B.; JOHANSEN, G. T. The Use of Concept Mapping and Knowledge Vee Mapping with Junior High School Science Students. Science Education, v. 67, n. 5, p. 625-645, 1983.

OSP - Open Source Physics. Open Source Physics Collection on ComPADRE, 2011. Disponível em: <https://bit.ly/3Ru0wYs>. Acesso em: 22 de abril de 2024.



RODGERS, T. L. CHEEMA, N., VASANTH, S., JAMSHED, A., ALFUTIMIE, A., SCULLY, P. J. Developing pre-laboratory videos for enhancing student preparedness. *European Journal of Engineering Education*, v. 45, n. 2, p. 292–304, 2019.

SILVA, I. C. S. DA; SILVA, R. M. S. DA. Simulador de Volumetria - Uma Ferramenta para Auxiliar o Ensino Remoto de Conceitos de Titulação. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/cbie_estendido/article/view/13045/12898>. Acesso em: 22 jan. 2024.

SILVA, F. A. S; FIREMAN, E. C. Estudo de caso da formação de professores na licenciatura em química EaD da UFRN: reflexos da formação alicerçada na racionalidade técnica dos tutores. *EaD em Foco*, v. 3, n. 1, p. 68-81, 2013.

SILVA, V. A.; CRUZ, F. A. O. Determinação do momento de inércia de um anel não homogêneo com uso da análise de vídeo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, [S. l.], v. 37, n. 2, p. 944–956, 2020. DOI: 10.5007/2175-7941.2020v37n2p944.

SANTOS, T. F. Aplicação do método de Elementos Finitos eXtendido (MEFX) para a previsão da resistência de juntas adesivas de sobreposição dupla. 2016. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2016.

SCHWEDER, S. Uso de simuladores em atividades de laboratório de física moderna: análise de sua contribuição para o ensino e aprendizagem na modalidade de educação à distância. 2015. 138f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015

UCB - University of Colorado Boulder. PhET: Interactive Simulations, 2020. Disponível em: <<https://is.gd/mZ7PFO>>. Acesso em: 7 de abril de 2020.

CECIERJ - Fundação Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Cecierj, 2024. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/euAF1>>. Acesso em: 17 fev. 2024.

UFF -Universidade Federal Fluminense. Grade e corpo docente. Niterói: UFF, 2024. Disponível em: <<https://goo.gl/8AXgHK>>. Acesso em: 17 fev. 2024.

UFRJ -Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Física. Rio de Janeiro: UFRJ, 2024. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/fEJV1>>. Acesso em: 17 fev. 2024.

VF - Vlab-Fis. Vlab-Fis: Queda Livre. 2018. (3min25s.). Disponível em: <<https://is.gd/EDYuj7>>. Acesso em: 07 nov. 2020.

WA - WolframAlpha. Local Acceleration of Gravity, 2014. Disponível em: <<https://is.gd/DOGZMG>>, Acesso em: 19 nov. 2020.