

## CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM PARA O ESTUDO DE OSCILAÇÕES UTILIZANDO VPYTHON

João Vitor da Silva Souza <sup>1</sup>  
Daniel Berg de Amorim Lima <sup>2</sup>

### RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um Laboratório Virtual de Aprendizagem voltado ao estudo de oscilações mecânicas, constituindo-se como uma alternativa inovadora para apoiar e enriquecer o ensino de Física. A proposta busca superar desafios recorrentes nas abordagens tradicionais, como a elevada abstração dos conceitos, a complexidade matemática dos modelos e a dificuldade de visualizar, de forma clara e dinâmica, os fenômenos envolvidos. Ao oferecer um ambiente interativo e intuitivo, a ferramenta possibilita que os estudantes explorem, de maneira prática e visual, tópicos como o movimento harmônico simples, o pêndulo simples, o sistema massa-mola e as oscilações amortecidas e forçadas, favorecendo a compreensão conceitual e a conexão entre teoria e prática. As simulações foram desenvolvidas em linguagem Python, utilizando a biblioteca VPython integrada à plataforma GlowScript, que permite a execução direta no navegador, sem a necessidade de instalação de softwares adicionais. Cada módulo possibilita a manipulação em tempo real de variáveis como massa, constante elástica, comprimento do pêndulo, coeficiente de amortecimento e força externa aplicada. Essas alterações são refletidas instantaneamente em gráficos interativos, permitindo análises qualitativas e quantitativas do comportamento do sistema. O produto final é um laboratório virtual de acesso livre, acompanhado de roteiros didáticos elaborados para orientar a exploração das simulações em diferentes contextos educacionais. Esses roteiros incluem objetivos de aprendizagem, sequências de atividades e questões investigativas, estimulando a autonomia dos estudantes e incentivando o uso de metodologias ativas, como o ensino por investigação. Acredita-se que a iniciativa contribui significativamente para ampliar as possibilidades de experimentação no ensino de Física, apoiar a prática docente e inspirar novas pesquisas e inovações na educação científica e tecnológica.

**Palavras-chave:** Simulação interativa, Laboratório virtual, Ensino de Física, Roteiros didáticos, VPython.

### INTRODUÇÃO

O uso de experimentos no ensino de Física enfrenta dificuldades conhecidas, especialmente pela exigência de tempo para montagem dos materiais, disponibilidade de equipamentos e demandas da rotina docente. Heidemann (2011) destaca que grande parte do

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Licenciatura em Física do IFSertãoPE – Campus Petrolina, joao.vitor9@aluno.ifsertao-pe.edu.br;

<sup>2</sup> Mestre em Ensino de Física, professor do IFSertãoPE – Campus Petrolina, daniel.berg@ifsertao-pe.edu.br





tempo destinado às aulas práticas é consumida com procedimentos de montagem e coleta de dados, reduzindo o espaço para exploração conceitual. Mesmo quando é possível trabalhar com materiais de baixo custo, a preparação prévia ainda se mostra um obstáculo significativo para muitos professores.

Nesse contexto, o uso de laboratórios virtuais constitui uma alternativa viável para promover práticas experimentais com maior acessibilidade e flexibilidade. Fonseca *et al.* (2013) ressaltam que os laboratórios virtuais permitem ao professor abordar conteúdos abstratos por meio de interações dinâmicas, funcionando como estratégias complementares ao ensino tradicional. A popularização do acesso à internet e de computadores nas escolas e residências tem fortalecido esse cenário, tornando tais ferramentas cada vez mais relevantes para a educação científica (Moreira, 2021).

Ambientes virtuais imersivos oferecem possibilidades ampliadas de manipulação de variáveis e visualização tridimensional, favorecendo o engajamento dos alunos. Pinho (2018) conceitua esse tipo de ambiente como um cenário dinâmico, renderizado em tempo real, capaz de proporcionar ao usuário uma sensação de imersão. No ensino de oscilações, esses recursos são especialmente importantes, pois conteúdos como movimento harmônico simples, pêndulo simples e oscilações amortecidas apresentam elevado grau de abstração e exigem forte articulação entre conceitos matemáticos e comportamentos físicos. Pinto *et al.* (2015) demonstram que a complexidade matemática das oscilações é um dos principais fatores que dificultam a aprendizagem em abordagens tradicionais.

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um Laboratório Virtual de Aprendizagem focado no estudo de oscilações mecânicas. As simulações foram construídas em linguagem Python, utilizando a biblioteca VPython integrada ao GlowScript, que permite sua execução diretamente no navegador. Além de oferecer visualização tridimensional dos sistemas, o laboratório possibilita a manipulação em tempo real de parâmetros como massa, constante elástica, comprimento do fio e coeficiente de amortecimento, permitindo ao estudante observar o comportamento do sistema e interpretar gráficos simultaneamente.

A metodologia adotada neste estudo compreendeu revisão bibliográfica, implementação de simulações para três cenários físicos e desenvolvimento de um site para integrar os simuladores. Os resultados mostram que o laboratório reproduz adequadamente as características esperadas dos fenômenos estudados, fornecendo suporte para investigações qualitativas e quantitativas. Além disso, foram elaborados roteiros didáticos que orientam a





exploração das simulações em diferentes contextos educacionais, fortalecendo práticas de ensino baseadas na investigação.

Assim, o Laboratório Virtual de Aprendizagem apresenta-se como uma contribuição relevante para o ensino de Física, oferecendo uma ferramenta de apoio ao docente e um ambiente interativo para o estudante. A iniciativa amplia as possibilidades de experimentação, facilita a compreensão de conceitos complexos e estimula a integração entre teoria e prática no estudo das oscilações.

## **METODOLOGIA**

A metodologia adotada para o desenvolvimento do Laboratório Virtual de Aprendizagem foi estruturada em quatro etapas principais, articulando revisão teórica, modelagem computacional, construção do ambiente virtual e elaboração de materiais pedagógicos. Cada etapa foi planejada de modo a garantir coerência entre os fundamentos teóricos, a implementação das simulações e a usabilidade do produto final.

A primeira etapa consistiu em uma revisão bibliográfica voltada ao estudo das oscilações mecânicas, do uso de laboratórios virtuais no ensino de Física e das potencialidades dos ambientes imersivos. Esse levantamento permitiu identificar os principais desafios conceituais relacionados ao tema e fundamentou as decisões metodológicas adotadas na construção das simulações.

Na segunda etapa, realizou-se a implementação dos modelos computacionais utilizando a linguagem Python e a biblioteca VPython, integrada ao ambiente GlowScript. Essa plataforma possibilita a criação de simulações tridimensionais acessíveis diretamente pelo navegador, sem necessidade de instalação local, o que favorece seu uso em diferentes contextos educacionais. Foram desenvolvidas simulações para três sistemas físicos: o sistema massa mola, o pêndulo simples e as oscilações amortecidas, sempre buscando preservar as características esperadas dos modelos teóricos.

A terceira etapa envolveu a construção do Laboratório Virtual de Aprendizagem, hospedado em uma página desenvolvida no GitHub. As simulações foram organizadas em uma interface única, com controles deslizantes para modificação de variáveis, botões de execução, gráficos em tempo real e elementos visuais que facilitam a interação do usuário com o ambiente.

Por fim, a quarta etapa consistiu na elaboração de roteiros didáticos destinados a orientar a utilização das simulações por estudantes e professores. Esses roteiros incluem





objetivos de aprendizagem, orientações de exploração, sequências de atividades e questões investigativas que incentivam a interpretação dos resultados e a articulação entre teoria e prática.

As quatro etapas estão sintetizadas a seguir.

**Tabela 1:** Etapas do desenvolvimento do Laboratório Virtual de Aprendizagem

Etapa	Descrição
Revisão bibliográfica	Levantamento de estudos sobre ensino de oscilações, laboratórios virtuais, ambientes imersivos e simulação computacional aplicada ao ensino de Física.
Implementação das simulações	Desenvolvimento dos modelos em Python utilizando a biblioteca VPython e testes das funcionalidades na plataforma GlowScript.
Construção do ambiente virtual	Integração das simulações em um site hospedado no GitHub, organização da interface e implementação dos elementos interativos.
Elaboração dos roteiros didáticos	Produção de atividades, orientações pedagógicas, objetivos de aprendizagem e questões investigativas para orientar o uso das simulações.

**Fonte:** os próprios autores.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Ambientes virtuais imersivos de aprendizagem

A incorporação de tecnologias digitais no ensino de Ciências tem ampliado significativamente as possibilidades de construção do conhecimento, especialmente em áreas que envolvem abstração matemática e visualização de fenômenos dinâmicos. Pesquisas destacam que a aprendizagem em ambientes digitais favorece processos cognitivos de alto nível por permitir a manipulação de variáveis, a experimentação contínua e a observação de relações de causa e efeito em tempo real. Loureiro e Cruz (2010) afirmam que, na sociedade





em rede, a escola deve responder às demandas por novas formas de mediação do conhecimento, integrando recursos que ampliem a autonomia do estudante e favoreçam abordagens investigativas.

Ambientes virtuais imersivos constituem um tipo particular de tecnologia educacional, caracterizado pela representação tridimensional e pela capacidade de gerar respostas dinâmicas às ações do usuário. Bainbridge (2014) descreve esses ambientes como ecossistemas digitais persistentes, com propriedades físicas e comportamentais simuladas de maneira coerente, permitindo experiências que se aproximam de interações reais. O caráter imersivo não se limita à estética gráfica; trata-se de um conjunto de elementos que envolve visualização espacial, manipulação intuitiva, resposta imediata às ações do usuário e coerência física na evolução das simulações.

Do ponto de vista pedagógico, Schneider (2020) destaca que ambientes imersivos favorecem metodologias ativas, pois estimulam o estudante a formular hipóteses, modificar parâmetros, observar resultados e construir modelos mentais consistentes. Tais recursos são particularmente valiosos no ensino de Física, onde muitos conceitos exigem articulação simultânea entre representação geométrica, equações diferenciais, comportamento temporal e interpretação gráfica. Assim, ambientes tridimensionais emergem como ferramentas capazes de mediar a relação entre fenômeno, modelo matemático e compreensão conceitual, reduzindo a distância entre teoria e prática.

### **Uso do VPython no ensino de Física**

A simulação computacional tem se consolidado como uma alternativa pedagógica importante no ensino de Física, permitindo ao estudante visualizar fenômenos dinâmicos que, muitas vezes, são inviáveis de reproduzir experimentalmente em sala de aula. O VPython destaca-se entre as plataformas de simulação devido à sua capacidade de gerar gráficos tridimensionais de maneira simples, intuitiva e acessível, mesmo para usuários iniciantes. Segundo Silva *et al.* (2024), a principal virtude do VPython é permitir que estudantes explorem conceitos complexos manipulando objetos virtuais, observando trajetórias, forças e energias de maneira integrada.

Além disso, a integração com o GlowScript amplia o alcance dessa ferramenta, pois elimina a necessidade de instalação de programas e permite a execução das simulações diretamente no navegador. Esse aspecto é crucial para contextos educacionais com infraestrutura limitada. A visualização tridimensional, associada à possibilidade de alterar





parâmetros em tempo real, favorece a compreensão de aspectos qualitativos e quantitativos dos fenômenos, permitindo análises tanto exploratórias quanto investigativas.

O VPython ainda permite a criação de simulações que preservam relações matemáticas fundamentais, como equações diferenciais do movimento, leis de conservação e dependências funcionais entre grandezas físicas. Para o estudo das oscilações mecânicas, essa plataforma oferece um ambiente ideal para representar movimentos periódicos, amortecidos ou forçados, de forma clara e visualmente significativa.

A síntese dos elementos centrais integrados pelo VPython no estudo de oscilações pode ser visualizada na Tabela 2.

**Tabela 2:** Elementos centrais integrados pelo VPython no estudo das oscilações

Elemento	Descrição
Representação geométrica	Objetos tridimensionais como massa, mola, pêndulo e vetores de força.
Gráficos sincronizados	Posição, velocidade e energia representadas simultaneamente em gráficos dinâmicos.
Controle direto das variáveis	Ajuste de massa, constante elástica, comprimento do fio e amortecimento com resposta imediata.

**Fonte:** os próprios autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ambiente virtual foi organizado em dois módulos independentes, cada um contendo uma simulação específica: o sistema massa-mola e o pêndulo simples. As interfaces foram disponibilizadas em páginas distintas, acessíveis por links diretos, facilitando sua utilização tanto em navegação individual quanto em atividades guiadas por roteiros. Essa estrutura modular permite que o estudante acesse rapidamente a simulação desejada, visualize instruções, controle parâmetros relevantes e acompanhe os gráficos associados ao movimento.

A seguir, a Tabela 3 apresenta uma síntese das duas interfaces do laboratório virtual, destacando suas características principais e os links de acesso.

**Tabela 3:** Estrutura dos módulos do Laboratório Virtual de Oscilações.

Módulo	Descrição do	Recursos disponíveis	Link de acesso
--------	--------------	----------------------	----------------



	sistema	
<b>Sistema Massa–Mola</b>	Simulação tridimensional da massa acoplada a uma mola ideal.	Ajuste de $k$ , $m$ , deslocamento inicial, amortecimento ( $\rho$ ), visualização do movimento em 3D, gráfico de posição, velocidade e energia. <a href="#">Simulador 1</a>
<b>Pêndulo Simples</b>	Simulação tridimensional do pêndulo simples com aproximação harmônica.	Ajuste do comprimento $l$ , ângulo inicial, massa, amortecimento ( $\rho$ ), visualização do movimento em 3D, gráfico angular e gráficos de energia. <a href="#">Simulador 2</a>

**Fonte:** os próprios autores.

Essa organização atende ao princípio de clareza e acessibilidade discutido por Schneider (2020), uma vez que distribui os conteúdos em módulos independentes e oferece ao estudante um ambiente de navegação simples, direto e compatível com os diferentes ritmos de aprendizagem. Além disso, a separação das simulações em páginas distintas permite que o professor utilize cada módulo conforme o objetivo da aula, favorecendo tanto demonstrações expositivas quanto atividades investigativas estruturadas em roteiros.

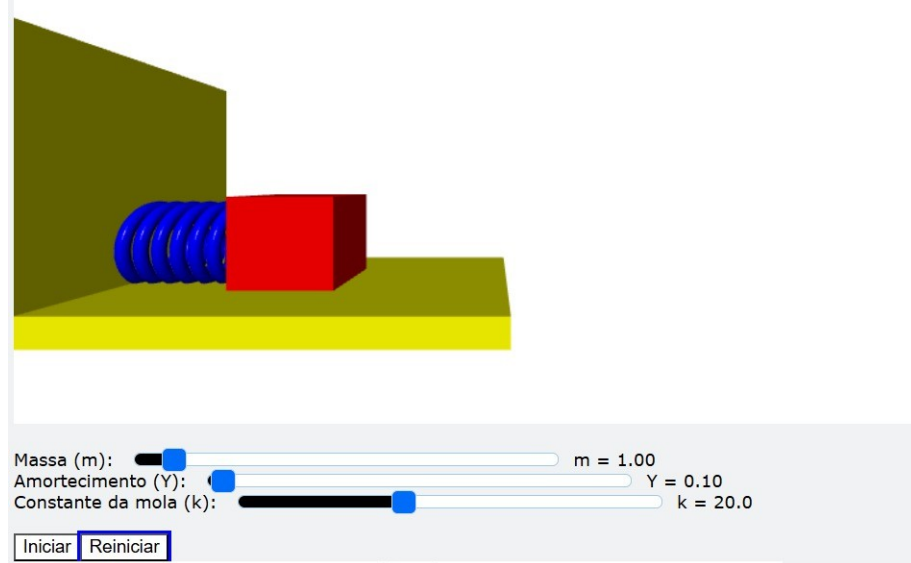
A partir da organização dos módulos, passou-se ao desenvolvimento e análise das simulações implementadas em VPython, conforme descrito a seguir.

### Módulo Massa–Mola

O primeiro módulo desenvolvido foi o sistema massa–mola. A simulação tridimensional mostra, de forma clara, a massa presa à mola e sua oscilação ao longo do tempo. A Figura 1 apresenta a interface completa do módulo, destacando a visualização tridimensional, os controles deslizantes e o gráfico de posição.

**Figura 1:** Interface completa da simulação massa–mola



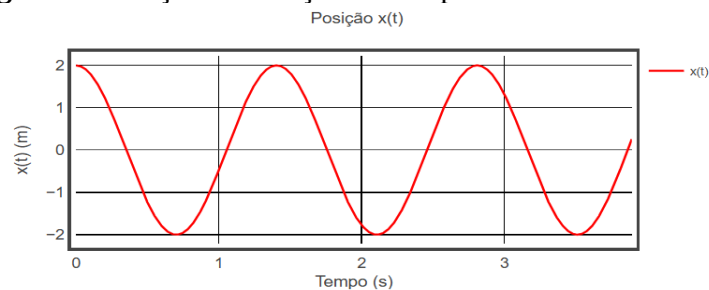


**Fonte:** os próprios autores.

Após a construção do modelo, foram inseridos controles interativos, incluindo botões de iniciar e reiniciar a simulação, além de controles deslizantes para alterar a constante da mola  $k$  e o coeficiente de amortecimento  $\rho$ .

Em seguida, foram adicionados os gráficos da posição em função do tempo e das energias, permitindo comparar o comportamento da simulação com o esperado teoricamente. Para o caso sem amortecimento, os gráficos reproduzem o comportamento harmônico simples, como ilustrado nas Figuras 2 e 3.

**Figura 2:** Posição em função do tempo sem amortecimento.

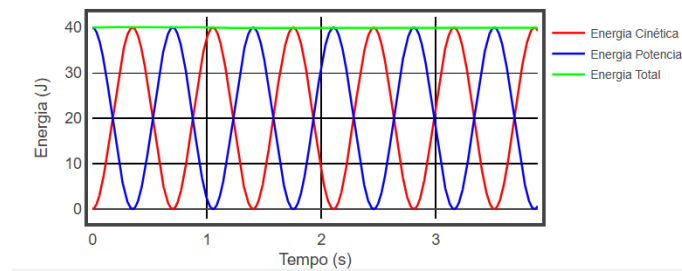


**Fonte:** os próprios autores.

**Figura 3:** Energias do sistema massa–mola sem amortecimento.



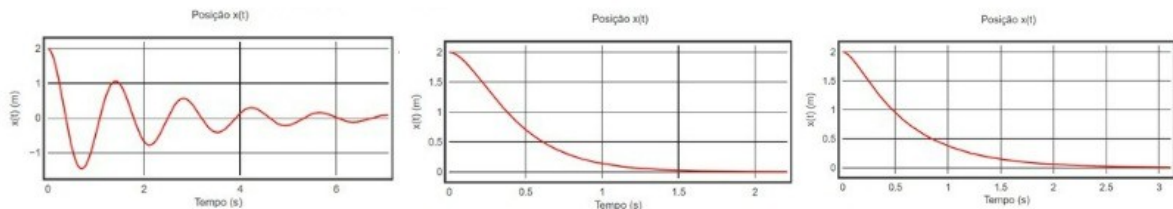




**Fonte:** os próprios autores.

Com a introdução do amortecimento por meio dos sliders, foi possível reproduzir os três regimes clássicos: subcrítico, crítico e supercrítico. A Figura 4 exibe o comportamento da posição em cada caso.

**Figura 4:** Variação da posição no tempo para os regimes subcrítico, crítico e supercrítico.



**Fonte:** os próprios autores.

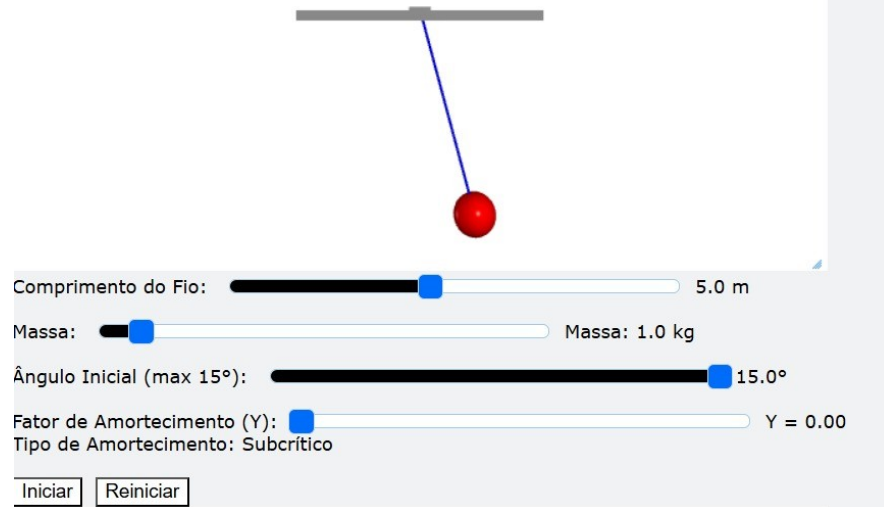
Esses resultados confirmam que a simulação apresenta comportamento compatível com os modelos teóricos e permite ao usuário visualizar, de forma direta, a transição entre os regimes de amortecimento.

## Módulo Pêndulo Simples

O segundo módulo desenvolvido corresponde ao pêndulo simples. Assim como no módulo massa-mola, a interface do pêndulo inclui sliders para ajuste do comprimento do fio  $l$ , massa, ângulo inicial e amortecimento. A Figura 5 apresenta a simulação inicial do pêndulo.

**Figura 5:** Interface da simulação do pêndulo simples com controles interativos

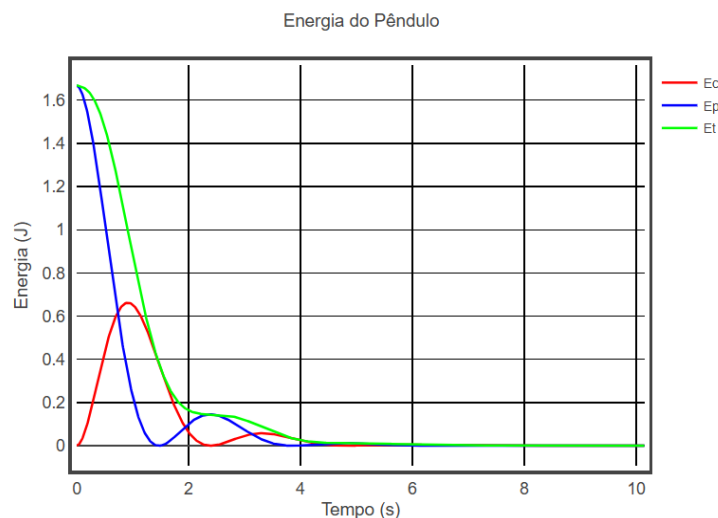




**Fonte:** os próprios autores.

No módulo do pêndulo simples, os gráficos gerados representam o comportamento angular e energético do sistema para diferentes valores de amortecimento. O princípio de funcionamento segue a mesma lógica do módulo massa–mola: ao aumentar o coeficiente de amortecimento, observa-se a redução progressiva da amplitude. A Figura X apresenta o comportamento da energia mecânica ao longo do tempo para o regime subcrítico, evidenciando o decaimento gradual característico desse tipo de movimento.

**Figura 6:** Variação da energia em função do tempo para o amortecimento subcrítico.



**Fonte:** os próprios autores.

A integração das simulações ao laboratório virtual permite que os usuários explorem livremente os fenômenos e visualizem a influência dos parâmetros físicos em tempo real, o que está de acordo com o discutido no referencial teórico sobre ambientes virtuais imersivos.





O acesso direto às interfaces facilita o uso em atividades de demonstração e em práticas investigativas orientadas.

Com base nas simulações desenvolvidas, este trabalho também propõe roteiros que orientam a aprendizagem dos alunos durante a execução das simulações, disponíveis em: [Roteiros](#).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do Laboratório Virtual de Aprendizagem permitiu integrar, em um único ambiente, simulações tridimensionais, controles interativos e gráficos sincronizados destinados ao estudo das oscilações mecânicas. Os dois módulos produzidos, massa-mola e pêndulo simples, apresentam interfaces intuitivas, representam com fidelidade os comportamentos previstos pelos modelos teóricos e possibilitam a visualização de diferentes regimes de movimento, incluindo a influência do amortecimento.

As simulações demonstraram coerência conceitual com o conteúdo abordado no referencial teórico e evidenciaram o potencial pedagógico dos ambientes virtuais para o ensino de Física, especialmente em temas que envolvem fenômenos dinâmicos e de difícil visualização. A manipulação direta de parâmetros, a observação da resposta do sistema em tempo real e a integração entre animação e gráficos favorecem a aprendizagem investigativa e contribuem para o desenvolvimento de uma compreensão mais aprofundada dos fenômenos oscilatórios.

Além disso, a organização modular do laboratório virtual amplia as possibilidades de uso tanto por estudantes quanto por professores, permitindo sua aplicação em diferentes contextos educacionais. Os roteiros elaborados apoiam esse processo, orientando a exploração das simulações e sugerindo atividades que relacionam teoria, observação e análise gráfica.

Dessa forma, o laboratório virtual apresentado neste trabalho constitui um recurso didático que pode enriquecer o ensino de oscilações mecânicas, favorecendo práticas pedagógicas mais dinâmicas, visuais e centradas na investigação científica.

## REFERÊNCIAS

BAINBRIDGE, William Sims. Virtual Worlds: Synthetic Universes, Digital Life, and Complexity. Springer, 2014.





FONSECA, M. *et al.* O laboratório virtual: uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 4, p. 4503, 2013.

HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque. Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de física por parte de professores do ensino médio. 2011.

LOUREIRO, Ana; CRUZ, Teresa Maria Bettencourt da. Ambientes imersivos em contextos de aprendizagem: abordagem conectivista. 2010.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

PINHO, Marcio Sarroglia. Interação em ambientes virtuais imersivos. **Introdução à Realidade Virtual e Aumentada**, 2018.

PINTO, S. S. *et al.* Pêndulo simples utilizando tecnologia embarcada de baixo custo aplicado ao Ensino da Física. **Lat. Am. J. Sci. Educ.**, v. 22062, p. 2–6, 2015.

SCHNEIDER, M.; HUANCA, C. As contribuições do uso de Ambientes Imersivos para um ensino por competências na Educação Básica: uma revisão integrativa. **Anais dos Trabalhos de Conclusão de Curso. Pós-Graduação em Computação Aplicada à Educação Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação. Universidade de São Paulo**, 2020.

SILVA, Pedro Henrique Ferreira da et al. Sequência didática para o ensino da queda dos corpos com auxílio da plataforma de simulação VPYTHON. 2024.

