

USO DO VPYTHON NO ENSINO DE FÍSICA: RELATO DE EXPERIÊNCIA COM SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

Mateus Bazan Peters Querne¹

Rafael Felipe Pszybylski²

RESUMO

Este artigo apresenta um relato de experiência sobre o uso da biblioteca VPython no desenvolvimento de simulações computacionais de fenômenos físicos na área da Mecânica, comumente estudados no primeiro ano do Ensino Médio. O VPython, abreviação de "Visual Python", é uma biblioteca integrada à linguagem de programação Python que oferece diversos recursos para a criação de modelos e animações tridimensionais. Com sua sintaxe simples e intuitiva, permite a adição de objetos gráficos, como esferas, cubos e cilindros, possibilitando a personalização de características como cor, tamanho, posição, massa e velocidade. Para mais informações e instruções sobre sua utilização, os usuários podem acessar o site <http://vpython.org>. A pesquisa foi motivada pela seguinte questão: quais são as potencialidades do uso do VPython para o desenvolvimento de simulações de fenômenos físicos por estudantes do ensino médio? Trata-se de um estudo descritivo, de caráter exploratório e qualitativo, baseado no relato de experiência docente e na análise de quatro simulações desenvolvidas por um estudante do ensino médio. Os fenômenos abordados incluem movimento retilíneo uniforme, movimento retilíneo uniformemente variado, lançamento vertical e lançamento horizontal. Para a criação dos códigos, foram realizados oito encontros presenciais, com duração de duas horas cada, nos quais foram discutidos aspectos relacionados à sintaxe da linguagem Python e os conceitos físicos envolvidos. As atividades foram fundamentadas no ciclo de aprendizagem "descrição-execução-reflexão-depuração de ideias", proposto por José Armando Valente.

Palavras-chave: VPython, Simulações Computacionais, Ensino de Física.

INTRODUÇÃO

O uso das tecnologias digitais (TD) está amplamente difundido na sociedade, transformando as formas de organização social, a comunicação, a cultura e facilitando nossas ações diárias em diversos âmbitos. Neste sentido, é cada vez mais relevante a realização de pesquisas sobre as potencialidades do uso das TD nos processos de ensino e aprendizagem. Kenski (2012) expõe que essas ferramentas podem proporcionar inovações nas ações educacionais, novas formas de comunicação e possibilidades diferenciadas de aprendizagem.

Considerando especificamente o ensino de Física, professores são constantemente desafiados ao tentar apresentar a seus estudantes conceitos abstratos e de difícil visualização, como Corrente Elétrica, Ondas Eletromagnéticas, Campo Elétrico e Magnético (PSZYBYLSKI et al., 2019). Neste sentido, computadores, smartphones e outros equipamentos eletrônicos oferecem recursos como vídeos, animações, simulações e realidade aumentada, que podem contribuir para a exploração desses fenômenos abstratos,

¹ Professor do Instituto Federal do Paraná, Campus Curitiba, mateus.querne@ifpr.edu.br;

² Professor do Instituto Federal do Paraná, Campus Curitiba, rafael.pszybylski@ifpr.edu.br;



proporcionando um entendimento mais aprofundado do sistema estudado (JAIME; LEONEL, 2024).

No caso das simulações computacionais, os usuários podem “manipular variáveis e parâmetros, podendo obter uma melhor compreensão sobre as relações de causa e efeito presentes em determinado fenômeno físico.” (PSZYBYLSKI et al., 2019. p. 414). De acordo com Jaime e Leonel (2024) “O uso educacional de simulações computacionais oferece aos educandos a oportunidade de descobrir as propriedades de um modelo por meio da aquisição e análise de dados fornecidos por programas.” (JAIME; LEONEL, 2024. p. 2)

Nesta perspectiva, este trabalho apresenta a biblioteca VPython, que atua em conjunto com a linguagem de programação Python, como uma ferramenta para o desenvolvimento de simulações computacionais para a visualização de fenômenos físicos.

De acordo com Jesus (2020), o VPython permite a criação de simulações tridimensionais (3D) de forma relativamente simples, utilizando elementos gráficos como esferas, cilindros e hélices, entre outros. Isso possibilita aos estudantes a observação dos fenômenos sob diferentes ângulos, facilitando sua visualização e interpretação.

Nesse contexto, o VPython é uma ferramenta que possibilita aos professores e estudantes a criação de simulações e animações personalizadas, utilizando uma ampla variedade de objetos geométricos tridimensionais e atribuindo-lhes características como cor, tamanho, posição, massa e velocidade. Ao aplicar equações e modelos físicos na construção de algoritmos, torna-se possível desenvolver simuladores de diversos sistemas físicos virtuais, muitos dos quais se assemelham aos fenômenos observados em nosso cotidiano. Para mais informações e instruções sobre o uso do VPython, o usuário pode acessar o site oficial: <http://vpython.org>.

Considerando as possibilidades do uso das TD no ensino de Física, este artigo apresenta um relato de experiência, com o objetivo de evidenciar as potencialidades do VPython no desenvolvimento de simulações de fenômenos físicos no contexto do ciclo de aprendizagem proposto por Valente (1993).

CICLO DE APRENDIZAGEM

O ciclo de aprendizagem desenvolvido por Valente (1993) foi inicialmente concebido como uma ferramenta para analisar quais características os softwares devem possuir a fim de favorecer a construção do conhecimento por meio dos computadores. Para isso, fundamentou-se na teoria do Construcionismo, proposta por Papert (1986).



Segundo Papert (1986), os ambientes de aprendizagem construcionistas se baseiam em duas ideias centrais. Primeiro, o aprendizado ocorre por meio da construção de algo, ou seja, o estudante aprende fazendo e colocando conceitos e teorias em prática. Segundo, é essencial que esse processo resulte em um produto com significado pessoal e motivador para o estudante, como uma obra de arte, um relato de experiência ou um programa de computador (VALENTE, 1993).

Neste contexto, os computadores apresentam importantes recursos que possibilitam o desenvolvimento de ações de ensino e aprendizagem no paradigma construcionista. Os softwares de programação de computadores possuem características que permitem a criação de situações em que o aprendiz se desafia a criar um artefato tecnológico de seu interesse, resolvendo problemas, mobilizando conceitos, estratégias e um estilo de pensamento lógico e estruturado (VALENTE, 1999)

De acordo com Valente (1999), os softwares de programação de computadores podem auxiliar a criação de ambientes de aprendizagem construcionistas e devem oportunizar o desenvolvimento de alguns processos mentais que são: **descrição, execução, reflexão e depuração**.

A **descrição** começa com a concepção da ideia e a escrita dos procedimentos necessários para a construção do que está sendo planejado, pode ser utilizada uma linguagem de programação ou outras tecnologias, como lápis e papel. Nesta fase o estudante deve elaborar estratégias para a resolução dos possíveis problemas e aprender sobre a estrutura de linguagem de programação que está sendo utilizada (VALENTE, 1999)

O processo de **execução** ocorre quando o computador realiza um “feedback” dos procedimentos solicitados na programação. O estudante pode observar como os elementos na tela do computador agem a partir de um comando no teclado (VALENTE, 1999).

No processo de **reflexão**, ocorre a análise da resposta obtida pelo algoritmo desenvolvido pelo estudante, se tudo estiver correto, o objetivo da atividade foi alcançado; em caso de erro, o aluno poderá repensar o processo realizado. Este processo poderá provocar alterações na estrutura mental do aluno e produzir diversos níveis de abstração (VALENTE, 1999)

A abstração mais simples é a empírica, que permite ao aprendiz extrair informações do objeto ou das ações sobre o objeto, tais como a cor e a forma do mesmo. A abstração pseudo-empírica permite ao aprendiz deduzir algum conhecimento da sua ação ou do objeto. Por exemplo,



entender que a figura obtida é um quadrado e não um retângulo, pelo fato de ter quatro lados iguais. Já a abstração reflexionante, possibilita a projeção daquilo que é extraído de um nível mais baixo (por exemplo, o fato de a figura obtida ser um quadrado) para um nível cognitivo mais elevado ou a reorganização desse conhecimento em termos de conhecimento prévio (por exemplo, pensar sobre as razões que levaram a descrição fornecida produzir um quadrado). No caso da abstração reflexionante, o aprendiz está pensando sobre suas próprias ideias. O processo de refletir sobre o resultado do programa pode acarretar uma das seguintes ações alternativas: ou o aprendiz não modifica o seu procedimento porque as suas ideias iniciais sobre a resolução daquele problema correspondem aos resultados apresentados pelo computador e, então, o problema está resolvido; ou depura o procedimento, quando o resultado é diferente da sua intenção original (VALENTE, 1999, p. 91).

A partir do resultado recebido, o estudante passa por um processo de depuração de sua solução, identificando acertos e erros, promovendo, se for necessário, novas estratégias para enviar ao computador até que ele esteja satisfeito com a resposta devolvida pelo equipamento. O processo de identificar erros (bugs) é um processo fundamental para o estudante buscar novos conceitos ou estratégias envolvidas na solução do problema (VALENTE, 1999).

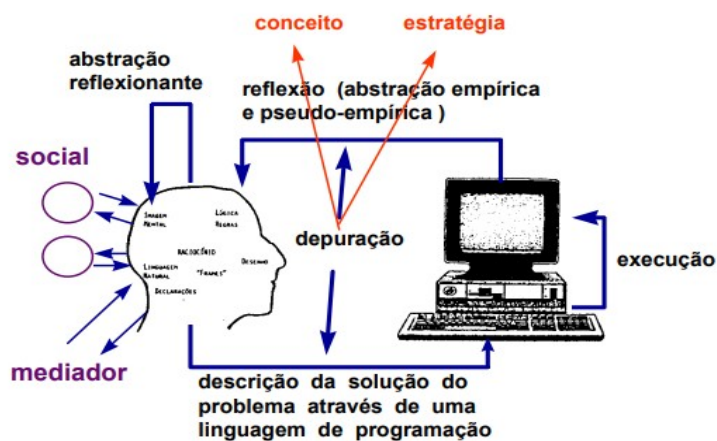
Valente (1999) expõem que

Sob a ótica do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, o programa do aprendiz pode ser visto como uma explicitação do seu raciocínio, em termos de uma linguagem precisa e formal. A execução deste programa pode ser interpretada como a execução do raciocínio do aprendiz (janela para a mente). Ela nos fornece dois ingredientes importantes para o processo de construção do conhecimento. Primeiro, a resposta fornecida pelo computador é fiel. Considerando que o computador não adiciona qualquer informação nova ao programa do aprendiz, se houver qualquer engano no resultado do funcionamento do mesmo, só poderá ser produto do próprio pensamento do aprendiz. Esta resposta fiel é extremamente importante para que ele possa se dar conta do que sabe e do tipo de informação que necessita conseguir para depurar suas ideias. (VALENTE, 1999, p. 91)



A Figura 1 ilustra o esquema do ciclo de aprendizagem.

Figura 1: Ciclo de aprendizagem



Fonte: Valente (2005)

O ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição pode ocorrer inúmeras vezes até que o resultado desejado seja encontrado, proporcionando, assim, o refinamento de ideias, tornando o aluno agente ativo de sua própria aprendizagem (VALENTE, 2005).

Valente (2005) destaca que o ciclo de aprendizagem não ocorre apenas colocando o estudante em frente a um computador. A interatividade entre o aluno e a máquina precisa ser mediada por um professor que conheça a linguagem de programação trabalhada, tanto do ponto de vista computacional, quanto do pedagógico e do psicológico.

A partir do exposto, a realização de estudos que envolvam a análise dos softwares que potencializam a construção de conhecimento no contexto do ciclo de aprendizagem torna-se bastante útil, pois permite um aprofundamento no entendimento de suas características e de sua efetividade em sala de aula.

METODOLOGIA

Este estudo se caracteriza como um relato de experiência no qual são descritas vivências e aprendizados de dois professores de Física na condução de um projeto de ensino que teve como objetivo analisar o uso da programação de computadores e a criação de simulações com o módulo VPython para a demonstração de fenômenos físicos da área da mecânica.



Para a criação das simulações, foram realizados oito encontros entre os meses de outubro e dezembro de 2024, com duração de duas horas, no laboratório de informática do Instituto Federal do Paraná (IFPR), Campus Curitiba. Neste trabalho, serão analisadas as simulações desenvolvidas por um estudante bolsista que estava cursando o 3º ano do curso técnico integrado ao ensino médio em Informática.

Os programas propostos durante os encontros foram desenvolvidos na plataforma *Web VPython*, que fornece o IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado, do inglês Integrated Development Environment) que permite a escrita, a execução, o download e o compartilhamento de programas construídos direto do navegador, armazenando as simulações na nuvem de forma gratuita. O *Web VPython* pode ser acessado por meio do link: <https://www.glowscript.org/>.

No primeiro encontro, apresentou-se ao estudante como acessar o VPython, alguns de seus recursos disponíveis e aspectos introdutórios sobre os fundamentos da linguagem de programação Python. Com o auxílio dos professores orientadores, ele iniciou o desenvolvimento de uma simulação do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). O objetivo dessa intervenção foi apresentar algumas funções básicas do VPython, como a adição de objetos gráficos na tela (esferas, cubos e cilindros), bem como discutir os aspectos da Física envolvidos na simulação.

No segundo encontro, o estudante foi desafiado a completar a simulação do MRU, com adição dos botões de iniciar, pausar e reiniciar e a melhoria dos aspectos gráficos da simulação.

A partir do terceiro encontro o estudante já estava familiarizado com o VPython e a construção das simulações do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), lançamento vertical e horizontal se desenvolveram com auxílios menos frequentes dos professores.

A constituição dos dados desta pesquisa se fez a partir da análise das simulações desenvolvidas pelo estudante e pela técnica da observação participante, considerando que os professores se mantiveram presentes em todos os encontros, acompanhando as etapas do desenvolvimento das simulações, as dúvidas do estudante e suas decisões perante aos problemas encontrados (BOGDAN; BIKLEN, 1994).



Tabela 1: Descrição das atividades realizadas em cada encontro

Encontro	Atividade Desenvolvida
1º	Apresentação do Vpython e desenvolvimento de uma simulação do MRU
2º	Aperfeiçoamento da simulação do MRU
3º	Simulação do MRUV
4º	Aperfeiçoamento da simulação do MRUV
5º	Simulação do lançamento Vertical
6º	Aperfeiçoamento do lançamento vertical
7º	Simulação do lançamento horizontal
8º	Aperfeiçoamento do lançamento horizontal

Fonte: Autoria própria

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção discutiremos as simulações desenvolvidas durante os encontros, ilustrando através de capturas de telas e destacando os pontos-chaves da implementação do código, para isso será conduzida uma análise somente da implementação do fenômeno Físico, descartando os efeitos das forças dissipativas como o atrito e resistência do ar, e não as particularidades da linguagem de programação e sua interface gráfica. Todas as simulações podem ser acessadas no site: <https://www.glowscript.org/#/user/mateus.querne/folder/Projeto/>.

A simulação do MRU foi desenvolvida nos dois primeiros encontros e o seu objetivo é fazer com que dois objetos, partindo de posições e velocidades constantes diferentes, percorram o trajeto até se encontrarem, quando esta situação ocorre a simulação é encerrada. Junto com a simulação é exibido um gráfico em tempo real mostrando posição x tempo dos dois objetos. A figura 2 demonstra a tela inicial da simulação, com os objetos em suas posições iniciais no lado esquerdo da figura e, no lado direito da figura, é possível visualizar o gráfico posição x tempo.



Durante a definição de variáveis no início do código foram escolhidos o posicionamento dos objetos, -150 m e 0 m, e as suas velocidades, 2 m/s e 1 m/s, devido ao fato de a animação ser tri-dimensional (3D) e o objeto se movimentar somente em um eixo, as posições e as velocidades foram definidas em um vetor com coordenada somente no eixo x. As equações das funções horárias da posição dos objetos foram escritas dentro de uma estrutura de loop que repetia os cálculos com um incremento de 0,1 s para cada intervalo de tempo, repetindo o processo até que a posição dos dois objetos fosse a mesma, quando esse critério era atingido a simulação era congelada.

Figura 2: Simulação do MRU.



Fonte: Autoria própria

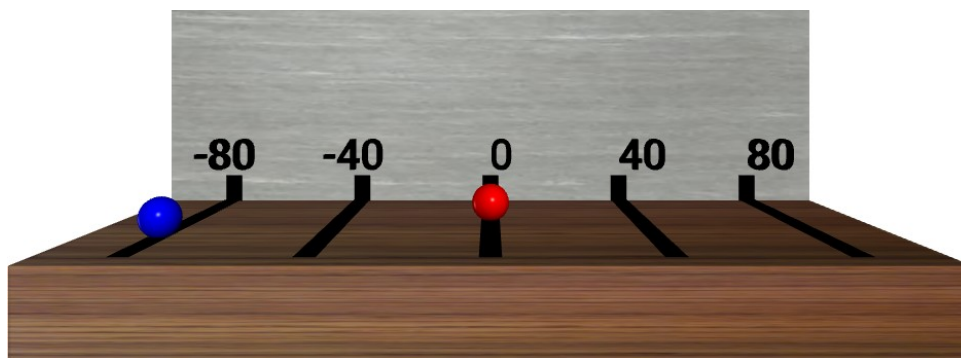
De forma similar à simulação do MRU, a simulação do MRUV consiste em dois objetos percorrendo um trajeto partindo de posições diferentes até se encontrarem. A particularidade deste caso se dá na velocidade dos objetos, em que um possui uma velocidade constante e o outro com uma velocidade variável, porém aceleração constante. Um gráfico posição x tempo também é mostrado em tempo real ao lado da simulação. Para a implementação desta simulação foram necessários dois encontros, sendo eles o terceiro e o quarto encontros. A figura 3 apresenta a tela inicial da simulação do MRUV, desenvolvida no terceiro e quarto encontro.

Novamente, devido ao fato de a simulação ser 3D e o movimento somente em uma direção, os vetores posição e velocidade foram definidos em somente um dos eixos. As posições foram definidas como -80 m e 0 m, enquanto que as velocidades foram definidas em 0 m/s e 10 m/s. Por se tratar de uma simulação de MRUV a estrutura de loop contou com a função horária da posição de ambos objetos e com a função horária da velocidade para o objeto que inicialmente com velocidade menor e que teve sua aceleração definida em 6 m/s^2 .



O incremento de tempo para cada iteração foi de 0.1 s e o cálculo se repetia atualizando posições e velocidades até que as posições dos objetos fossem as mesmas.

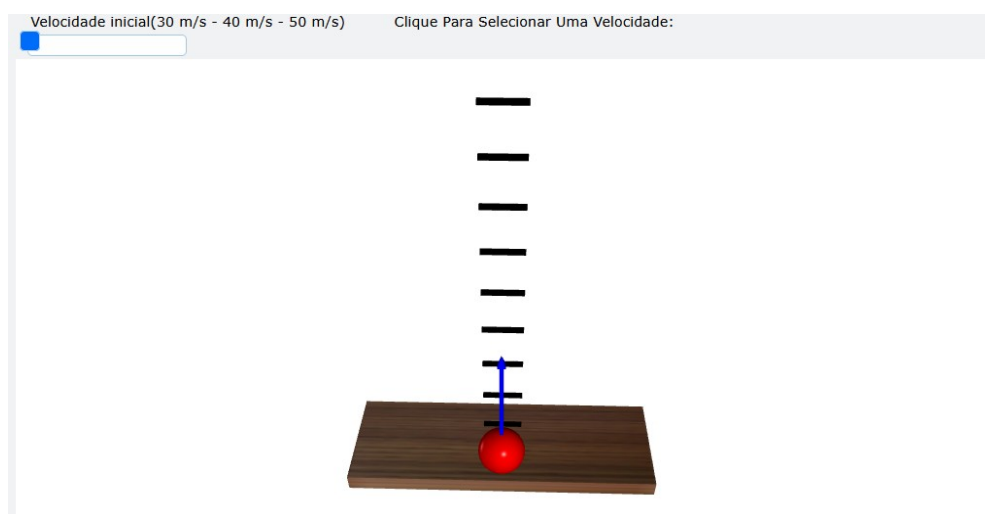
Figura 3: Simulação do MRUV



Fonte: Autoria própria

O quinto e sexto encontros foram responsáveis pela implementação da simulação abordando o lançamento vertical, que está exposta na figura 4. Esta simulação é composta por um objeto que está em repouso em uma estrutura e é lançado verticalmente para cima. Diferentemente das anteriores, é possível escolher dentre três opções a velocidade inicial do lançamento do objeto. Quando executada, a simulação apresenta um gráfico em tempo real da posição x tempo que permite que o usuário compare os efeitos que uma velocidade maior ou menor causam no objeto.

Figura 4: Simulação do lançamento vertical



Fonte: Autoria própria



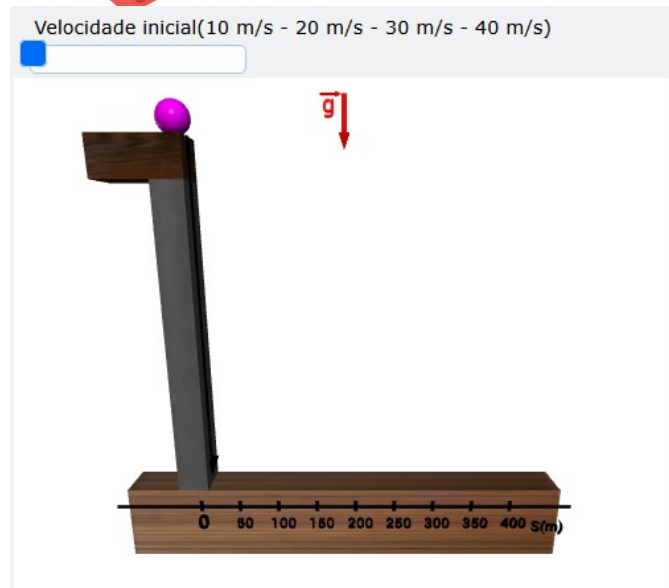
Novamente a simulação apresenta um sistema com o movimento em somente uma direção, no entanto os vetores posição e velocidade apresentam valores no eixo y, como o objeto parte do repouso, sua velocidade foi definida como 0 m/s e sua posição inicial 0 m. Por se tratar de um lançamento vertical foi necessário considerar os efeitos da gravidade no objeto. Para tratar essa particularidade, a aceleração da gravidade foi definida como 10 m/s² e com sinal negativo por ela estar em sentido contrário ao eixo do movimento. A estrutura de loop contou com as funções horárias da posição e da velocidade sendo com um incremento de tempo de 0.1 s que atingia a condição de parada quando o objeto retornava ao solo.

A simulação sobre o lançamento horizontal foi implementada durante o sétimo e o oitavo encontros. Esta é a única simulação com movimento bidimensional que foi desenvolvida neste projeto, possibilitando o movimento do objeto tanto no eixo x quanto no eixo y, uma vez que o objeto é lançado para frente a partir de uma plataforma que possui altura não nula conforme ilustrado na figura 5. Ao contrário das outras simulações que possuíam apenas um gráfico posição x tempo, a simulação de lançamento oblíquo conta com quatro gráficos que representam a posição e a velocidade do objeto em cada instante de tempo em suas componentes x e y, além de possibilitar ao usuário a escolha de quatro diferentes velocidades de lançamento.

Em relação a implementação da simulação, a primeira particularidade foi a definição da posição do objeto ser 0 m na horizontal e 450 m na vertical. Para o fenômeno físico ser corretamente observado a velocidade horizontal se manteve constante, enquanto a velocidade vertical sofreu ação da gravidade. Logo, na estrutura de loop foram implementadas a função horária do vetor velocidade que mantém a velocidade no eixo x constante e varia a velocidade no eixo y, bem como a função horária do vetor posição com um incremento no tempo de 0.05 s em cada iteração, encerrando a simulação quando a posição vertical atinge o valor mínimo de 0 m.

Figura 5: Simulação do lançamento horizontal





Fonte: Autoria própria

A partir das observações dos autores, considera-se que o VPython pode ser considerada uma tecnologia apropriada para uma abordagem Construcionista nos processos de ensino e aprendizagem, pois possibilita ao estudante o desenvolvimento de simulações personalizadas, de acordo com seus interesses e conhecimentos sobre a Física envolvida. Além disso, apresenta características que facilitam as atividades de descrição, execução, reflexão e depuração na resolução de problemas. (VALENTE, 1998)

Especificamente a fase da depuração, que tem sua origem no erro, ocorreu em diversos momentos durante os encontros e esteve intimamente relacionada com a construção de conhecimento do estudante. Nesses momentos ele analisava os resultados da execução da simulação que aparecia na tela, comparava com o que haviam planejado, revisava os comandos da programação e os conceitos Físicos envolvidos, buscando solucionar os problemas.

Assim, a depuração dos erros estimulou os processos de abstração empírica, pseudo-empírica e reflexionante, pois, motivou o estudante em diagnosticar e agir sobre o fato a ser depurado, possibilitando que ele ampliasse seu conhecimento sobre programação e Física, descobrindo fatos novos, aprimorando suas ideias que serão processadas e agregadas aos seus conhecimentos já existentes (VALENTE, 1999).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração deste trabalho possibilitou a análise de algumas potencialidades do uso do VPython no ensino de Física. No que se refere aos fenômenos físicos explorados nas



simulações, percebe-se que a ampla variedade de objetos gráficos disponibilizados pelo VPython, permite a construção de sistemas físicos virtuais diversos e bem próximos ao que observamos em nosso cotidiano, facilitando aos estudantes o estabelecimento de relações entre o mundo virtual e real.

Destaca-se que o VPython possui características que facilitam as atividades de descrição, execução, reflexão e depuração. No desenvolvimento das simulações, o processo de descrição é realizado por meio da programação em que são considerados as equações e modelos físicos na construção de algoritmos. Os processos de execução e reflexão ocorrem por meio da observação do que ocorre na tela. A fase da depuração fornece a chance ao estudante de reformular suas ideias e aplicá-las no mesmo problema em questão.

Por fim, sugere para pesquisas futuras a possibilidade de trabalhar a programação das simulações em Vpython de outras áreas de Física em conjunto com os estudantes, de forma a explorar o desenvolvimento do pensamento computacional, que está evidenciado na Base Nacional Comum – BNCC (BRASIL, 2018).

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: ensino médio. 2018.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora, 1994.

JAIME, D. M; LEONEL, A. A. Uso de simulações: Um estudo sobre potencialidades e desafios apresentados pelas pesquisas da área de ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo*, v. 46, 2024.

JESUS, A. O. **Aprendendo a física do oscilador harmônico utilizando o ambiente 3D vpython**. 135 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) de Ensino: Universidade Federal De Mato Grosso, 2020.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2012.

PAPERT, S. **Constructionism: a new opportunity for elementary Science education**. Massachusetts Institute of Technology, The Epistemology And Learning Group, 1986.

PSZYBYLSKI, R. F.; MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A.. Uma revisão sistemática sobre as pesquisas realizadas em programas de mestrado profissional que versam sobre a utilização de smartphones no ensino de Física. *Caderno Brasileiro De Ensino De Física*, 37(2), 406–427. 2020.



VALENTE, J.A. **Por quê o computador na educação.** Em J.A. Valente (Org.), Computadores e conhecimento: Repensando a educação (pp. 24-44). Campinas, SP: Gráfica da UNICAMP, 1993.

VALENTE, J.A. **Análise dos diferentes tipos de software usados na educação.** Em J. A. Valente (Org) Computadores na sociedade do conhecimento (pp. 89-110). Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999 .

VALENTE, J. A. **A espiral da espiral de aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação.** Tese (Livre Docência) - Universidade Estadual de Campinas, 2005.

