



**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA FÍSICA DO
LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE SIMULADOR
COMPUTACIONAL E MONTAGEM EXPERIMENTAL**

*TEACHING SEQUENCE FOR THE SIGNIFICANT LEARNING OF THE PHYSICS OF
PROJECTILE LAUNCHING THROUGH THE USE OF COMPUTATIONAL SIMULATOR AND
EXPERIMENTAL ASSEMBLY*

Silvio Figueiredo Conceição Júnior¹, Francisco Nairon Monteiro Júnior²

^{1,2} Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), naironjr67@gmail.com

Resumo

Os experimentos virtuais são objetos de aprendizagem que utilizam softwares específicos para simular a experimentação, sendo especialmente úteis na abordagem de experiências difíceis de serem realizadas na prática no ambiente escolar. Por acreditar na importância dos simuladores computacionais como uma estratégia de ensino, fundamentada na teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, propomos uma atividade educacional composta da utilização do simulador movimento de projéteis, software livre desenvolvido pela Physics Educational Technology (PhET) da Interactive Simulations da Universidade do Colorado, bem como a confecção e lançamento de foguetes, realizados por equipes formadas por alunos do ensino médio, de um colégio de Recife-PE, com o objetivo de participar das Olimpíadas Pernambucanas de Foguetes (OPEFOG). A utilização do produto apontou para a viabilidade do material na mediação da aprendizagem significativa da física envolvida, possibilitando interação, ludicidade e protagonismo.

Palavras-Chave: Aprendizagem Significativa; Simulação Computacional; Movimento de Projéteis.

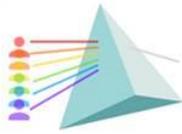
Abstract

Virtual experiments are learning objects that use specific software to simulate experimentation, being especially useful in approaching difficult experiences to be carried out in practice in the school environment. Believing in the importance of computer simulators as a teaching strategy, based on David Ausubel's theory of meaningful learning, we propose an educational activity composed of the use of the projectile motion simulator, free software developed by Physics Educational Technology (PhET) of Interactive Simulations from University of Colorado, as well as the making and launching of rockets, carried out by teams formed by high school students, from a school in Recife-PE, with the objective of participating in the Pernambuco Rocket Olympics (OPEFOG). The use of the product pointed to the material's viability in mediating the significant learning of the physics involved, enabling interaction, playfulness and protagonism.

Keywords: Meaningful Learning; Computer Simulation; Projectile Movement.

Introdução

No ensino de física temos encontrado frequentemente alunos com dificuldades na interpretação de muitos fenômenos físicos. Tal dificuldade pode estar relacionada, de acordo com



a teoria de Ausubel, com a falta de subsunçores nos quais os novos conceitos e conhecimentos possam se ancorar. Em decorrência desta falta de subsunçores, os alunos se sentem distanciados, faltando-lhes os requisitos mínimos para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. Infelizmente, muitas vezes os novos conceitos são apenas decorados após apresentados pelo docente.

Por outro lado, o avanço da tecnologia tem sido extremamente importante para a sociedade, proporcionando agilidade na comunicação, otimização dos processos de produção, modernização de equipamentos, gerando grande facilidade na execução de procedimentos médicos, pesquisas nos mais variados campos de conhecimento. Antenada com este avanço, a pesquisa em ensino de física tem tomado novos rumos em direção à busca da formação de um novo profissional e um cidadão crítico e participativo na sociedade. A tendência tem sido a de diversificar o processo de ensino, o que leva ao surgimento de novos desafios, incorporando meios tecnológicos que possibilitem a aprendizagem por meio de metodologias associadas às tecnologias computacionais, tornando os conceitos físicos potencialmente significativos, e mais atraentes aos nossos aprendizes. Sem negligenciar a matemática e a aprendizagem conceitual da física, podemos produzir aulas interessantes, que priorizem a metodologia e não somente o conteúdo, o raciocínio científico, o aluno pesquisador e o desenvolvimento da estrutura cognitiva.

Diante destes desafios, propomos um produto educacional composto de dois momentos, a saber, uma atividade experimental com um simulador computacional (Movimento de projétil – PHET) e a montagem utilização de um lançador de foguetes. Nosso objetivo foi o de utilizar o simulador virtual na abordagem dos conteúdos de mecânica e relacionando-os ao cotidiano das pessoas por meio de uma abordagem experimental dinâmica e interativa, oportunizando aos estudantes serem agentes ativos na construção do conhecimento, avançando para além dos métodos tradicionais que não atendem aos interesses dos estudantes, favorecendo, assim, uma aprendizagem significativa do lançamento de projéteis. Para atingir o objetivo, elegemos os subsunçores necessários à aprendizagem significativa do lançamento de projéteis, os quais foram evocados tanto no simulador computacional, quanto ao longo das etapas que compuseram a sequência didática por nós proposta, com a intenção de favorecer tanto a diferenciação progressiva, quanto a reconciliação integrativa.

1. Fundamentação Teórica

Na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um simples receptor passivo de novos conhecimentos. Ele deve ativamente fazer uso dos significados já presentes na sua estrutura cognitiva, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder interiorizar os novos significados dos materiais educativos. Neste processo, ao mesmo tempo que está progressivamente diferenciando (ideias mais gerais e inclusivas da matéria de ensino devem ser apresentadas desde o início da instrução e, progressivamente, diferenciadas em termos de detalhes e especificidade sua estrutura cognitiva), está também fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e diferenças e reorganizar seu conhecimento, ou seja, o aprendiz constrói novo conhecimento a partir de seus conhecimentos prévios. Em contraposição à aprendizagem significativa, em outro extremo de um contínuo, está a aprendizagem mecânica, na qual novas informações são memorizadas de maneira arbitrária, literal, não significativa. Mas, afinal o que é aprendizagem significativa?

Numa visão geral é aquela em que a ideia expressa simbolicamente interage de maneira não-litera e não-arbitrária com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito aprendiz. Tal conhecimento, especificamente relevante necessário à nova aprendizagem, pode ser por exemplo, um símbolo, um conceito, uma proposição, um modelo mental ou imagem, e é chamado de subsunçor ou ideia-âncora. Assim, subsunçor, em termos



simples, é o nome dado ao conhecimento específico já estabelecido na sua estrutura cognitiva, que permite dar significado ao novo conhecimento apresentado ao aprendiz ou por ele descoberto

No ensino da ciência, podemos dizer que a produção de conhecimento, bem como sua aprendizagem, passa pela investigação científica, onde o educador junto com o seu aprendiz constrói modelos e teorias para responder questões sobre certo tema. O faz de modo sistemático, rigoroso e com critérios de validade, utilizando metodologia de investigação e buscando relacionar o tema com os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Para obtermos uma aprendizagem significativa, de acordo com a teoria Ausubel, temos que considerar que a aprendizagem de algo novo tem que ser ancorada em conceitos potencialmente significativos já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Dessa forma, o planejamento de qualquer atividade de ensino e aprendizagem deve, em seus passos iniciais, definir o conjunto de subsunçores necessários. Uma vez definidos, é preciso, por meio de organizadores avançados, identificar suas presenças e/ou construir os ausentes. No planejamento do nosso produto, elencamos alguns conceitos subsunçores, quais sejam, “Posição”, “Deslocamento”, “Tempo”, “Velocidade” e “Aceleração”. Na sequência didática para a aprendizagem significativa da física do lançamento de projéteis por meio da utilização de simulador computacional e montagem experimental, está baseada na diferenciação progressiva dos movimentos de suas projeções ortogonais, seguida de uma reconciliação integrativa desses movimentos no estudo do movimento realizado pelo projétil.

2. Métodos e Materiais

Nosso produto compreende uma sequência didática composta de oito momentos pedagógicos, distribuídos em oito aulas de 45 minutos de duração, as quais compõem o conjunto de passos necessários à aprendizagem significativa do lançamento de projéteis, por meio de um movimento de diferenciação progressiva, seguido de um movimento de reconciliação integrativa, conforme descrito a seguir. Toda a fundamentação educacional, fundamentação física e detalhamento da confecção e utilização do produto podem ser encontrados na dissertação de mestrado, bem como no produto educacional em anexo (CONCEIÇÃO JÚNIOR, 2019).

AULA 1

1º momento (15 min)

Objetivo: Aprender a utilizar as ferramentas do software “PHET movimento de projétil”.

Atividade: Apresentação das ferramentas disponíveis no software, permitindo a sua utilização e obtenção das grandezas físicas observadas.

Função cognitiva: Identificar no software os parâmetros que se relacionam aos conceitos subsunçores apresentados na seção 2.2, quais sejam, posição, deslocamento, tempo, velocidade e aceleração.

2º momento (30 min)

Objetivo: Evidenciar que o movimento horizontal é uniforme e que o movimento vertical é uniformemente variado.

Atividades: 1. Efetuar simulações no “PHET movimento de projétil” para o lançamento horizontal, fixando, aleatoriamente, uma altura de lançamento e variando a velocidade de lançamento. 2. Efetuar simulações no “PHET movimento de projéteis” para o lançamento horizontal, fixando, aleatoriamente, uma velocidade de lançamento e variando a altura de lançamento.

Função cognitiva: Movimento de diferenciação progressiva, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é composto de dois movimentos ortogonais e independentes.



AULA 2

3º momento (45 min)

Objetivo: Evidenciar que o movimento horizontal é uniforme e o movimento vertical é uniformemente variado, sendo esses movimentos são dependentes do ângulo de lançamento.

Atividade: Simulações no “PHET movimento de projétil” para o lançamento oblíquo, fixando, aleatoriamente, um ângulo de lançamento e variando a velocidade de lançamento, e, depois, fixando, aleatoriamente, uma velocidade de lançamento e variando o ângulo de lançamento.

Função cognitiva: Movimento de diferenciação progressiva, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é composto de dois movimentos ortogonais e independentes.

AULA 3

4º momento (25 min)

Objetivo: Evidenciar, a partir da representação dos vetores velocidade e aceleração, que o movimento horizontal é uniforme e o movimento vertical é uniformemente variado.

Atividade: Efetuar simulações no “PHET movimento de projéteis” para o lançamento oblíquo, fixando, aleatoriamente, ângulo de lançamento e variando a velocidade de lançamento.

Função cognitiva: Movimento de diferenciação progressiva, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é composto de dois movimentos ortogonais e independentes.

5º momento (20 min)

Objetivo: Evidenciar que o movimento horizontal e o movimento vertical serão influenciados pelo arrasto.

Atividades: 1. Efetuar simulações no “PHET movimento de projéteis” para o lançamento oblíquo, fixando, aleatoriamente, a velocidade, o ângulo de lançamento e o diâmetro do corpo, variado o coeficiente de arrasto. 2. Efetuar simulações no “PHET movimento de projéteis” para o lançamento oblíquo, fixando, aleatoriamente, a velocidade, o ângulo de lançamento e o coeficiente de arrasto, variado o diâmetro do corpo.

Função cognitiva: Movimento de reconciliação integrativa, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é influenciado pela aerodinâmica do objeto.

AULA 4

6º momento (45 min)

Objetivo: Confeção dos foguetes, observando as grandezas físicas envolvidas.

Atividade: Orientação para a confecção dos foguetes, com a apresentação dos materiais a serem utilizados, e ressaltado a utilização das grandezas físicas observadas nas simulações.

Função cognitiva: Movimento de reconciliação integrativa, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é influenciado pela aerodinâmica do objeto.

AULAS 5 e 6

7º momento (90 min)

Objetivo: Evidenciar o movimento de projéteis em condições naturais, comparando os resultados obtidos com os resultados desses movimentos no simulador computacional.

Atividade: Efetuar o lançamento dos foguetes confeccionados pelos aprendizes, observado os resultados obtidos e comparando com os resultados das simulações no “PHET movimento de projéteis”.

Função cognitiva: Movimento de reconciliação integrativa, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é influenciado pela aerodinâmica do objeto.



AULAS 7 e 8

8º momento (90 min)

Objetivo: Analisar o movimento de projéteis em condições naturais, comparando com os resultados obtidos esses movimentos são dependentes do ângulo de lançamento.

Atividade: Promover uma mesa de debates, analisar os resultados obtidos, quais fatores influenciaram o lançamento dos foguetes confeccionados pelos aprendizes, comparando os resultados obtidos por cada equipe e as simulações no “PHET movimento de projéteis”.

Função cognitiva: Movimento de reconciliação integrativa, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é influenciado por várias grandezas físicas.

3. Resultados e Discussões

Realizamos uma seleção dos alunos do colégio para formar equipes de três alunos, um de cada turma do ensino médio. Devido ao grande interesse demonstrado, foi necessário realizar um sorteio, lembrando que foi solicitado aos responsáveis pelos alunos a devida autorização do uso de suas imagens. No início do ano letivo, os conceitos subsunçores foram trabalhados junto aos educandos, em sala de aula, promovendo a diferenciação entre o movimento uniforme e o movimento uniformemente variado, permitindo assim as suas identificações pelos alunos.

No primeiro momento em uma sala, com computadores para as equipes conectados à internet e um data show, apresentamos o simulador, suas ferramentas e o procedimento para a realização da atividade. Do segundo ao quinto momento, utilizaram o simulador computacional numa série de experimentos com a finalidade de realizar um movimento de diferenciação progressiva, evidenciando que o movimento de projéteis é composto de dois movimentos ortogonais e independentes e, posteriormente, fizemos um movimento de reconciliação integrativa, evidenciando que o movimento de projéteis é influenciado pela aerodinâmica do objeto. A figura 1 ilustra o momento da utilização do simulador computacional, consistindo num organizador prévio, cujo intuito foi o de situar os conceitos subsunçores eleitos no planejamento do produto educacional.

Figura 1: Simulador



Fonte: os autores

O sexto momento foi a construção dos foguetes, onde foram incentivados a levarem em consideração a atividade no simulador computacional, sendo orientados quanto à simetria na colocação das aletas, para garantir um bom equilíbrio aerodinâmico, e na colocação de um contrapeso no bico do foguete, para trazer o centro de massa o mais próximo do seu centro.

O sétimo momento foi realizado no campo de futebol do Instituto Federal de Pernambuco, campus de Recife. Os alunos puderam realizar o número de lançamentos que quiseram, sendo observado o comportamento durante o voo e o alcance de cada lançamento (figuras 2 e 3).



Figura 2: Lançamentos



Fonte: os autores

Figura 3: Lançamentos



Fonte: os autores

O oitavo momento foi realizado em uma roda de debates, marcado para o contraturno, com a presença do corpo docente do colégio. Durante 90 minutos os aprendizes, com a mediação do corpo docente, puderam debater sobre três aspectos: a utilização do simulador computacional, suas contribuições, as grandezas físicas envolvidas; a montagem dos foguetes e o seu lançamento.

4. Considerações Finais

A experiência vivenciada apontou que o uso de simulações em sala de aula nos dias atuais se tornou bastante relevante, pois auxiliam os professores a apresentarem os conceitos por meio de imagens dinâmicas e uma linguagem computacional facilmente absorvida pela geração digital. Para muitos alunos, a Física é considerada uma matéria de difícil compreensão, e por isso logo perdem o interesse pela disciplina, não dando devido valor. Um dos motivos para esse desinteresse é que a maior parte dos professores continua a lecionar apenas com quadro e livro didático, como era há 50 anos. Assim, estamos propondo uma maneira diferente e motivadora na abordagem dos conceitos, fazendo com que o estudante seja o protagonista de sua aprendizagem. Durante toda aplicação, buscamos proporcionar aos alunos a utilização de uma metodologia que promovesse a interação da teoria com a prática, facilitando uma aprendizagem significativa dos novos conhecimentos e despertando o interesse pela Física.

A realização desta pesquisa mostrou-nos o quanto é importante para o professor de física fazer o uso de instrumentos inovadores e atuais para atrair a atenção dos seus alunos, facilitar a compreensão dos assuntos, levando o aluno a ver significado na Física, relacionando o novo conhecimento com o conhecimento prévio, existente em sua estrutura cognitiva.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

CONCEIÇÃO JÚNIOR, S. F. **Sequência didática para a aprendizagem significativa da física do lançamento de projéteis por meio da utilização de simulador computacional e montagem experimental**. 77f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife. 2019.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a Teoria de David Ausubel. São Paulo: Centaro, 2001.