

USO DO GEOGEBRA NO ESTUDO DA TRAJETÓRIA DO LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

USE OF GEOGEBRA IN THE STUDY OF PROJECTILE LAUNCH TRAJECTORY: AN EXPERIENCE REPORT

Noelia Janina Alves Alderete

Instituto Federal do Paraná – IFPR, campus Foz do Iguaçu
Av. Araucária, 780. Vila A. Foz do Iguaçu-PR
janinalderete@gmail.com

Carla Renata Garcia Xavier da Silva

Docente no Instituto Federal do Paraná – IFPR, campus Foz do Iguaçu
Av. Araucária, 780. Vila A. Foz do Iguaçu-PR
carla.silva@ifpr.edu.br

Marcos Fernando Soares Alves

Docente EBTT no Instituto Federal do Paraná – IFPR, campus Foz do Iguaçu, e doutorando no Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá
Av. Araucária, 780. Vila A. Foz do Iguaçu-PR
marcos.soaresalves@gmail.com

Resumo: No presente artigo é apresentado um relato da aplicação de uma atividade de ensino abordando a temática “lançamento de projéteis”, por meio da utilização do *software* GeoGebra. O intuito da elaboração e aplicação da atividade foi apreciar as potencialidades do GeoGebra como ferramenta didática para o Ensino de Física, área que possui escassez de propostas envolvendo o software. A motivação deste trabalho relaciona-se com a busca por metodologias complementares, relacionadas às Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), que possam servir de apoio à prática docente e promover um ensino e aprendizagem mais dinâmico e interessante. A atividade foi desenvolvida junto a alunos do Ensino Médio que já haviam tido um contato prévio com o tema. A partir da aplicação de questionários pré e pós-atividade aos participantes, observou-se que o uso do software trouxe mais dinamismo ao ensino e a aprendizagem mais interessante. Desta forma os autores esperam encorajar a utilização do GeoGebra em aulas de Física no Ensino Médio.

Palavras-chave: Ensino de Física; Ensino Médio; TICs.

Abstract: In this article we present a report on the employment of a teaching activity addressing the issue “launching projectiles” based on the use of GeoGebra software. The aim of the development and realization of the activity was to appreciate the capabilities of GeoGebra as a didactic tool for teaching physics; this area of knowledge has a shortage of proposals regarding the use of the software. The experience cause is to search for complementary methodologies, related to the Information and Communications Technologies (ICTs), that can serve as a support for teaching practice and to promote a more dynamic and interesting teaching and learning. The activity was developed in conjunction with high school students who had already had previous contact with the topic. Based on the application of pre and post-activity questionnaires to the participants, it was observed that the use of the software brought dynamism to the teaching process and a much more interesting learning. Thus, the authors hope to encourage the use of GeoGebra in physics classes in high school.

Key words: Physics teaching; high school; ICTs.

INTRODUÇÃO

Ao voltar o olhar para a organização da sociedade, percebe-se que o papel exercido pelo computador, pelo celular e a *internet*, dentre tantos outros avanços tecnológicos, modificou a forma como a informação é difundida. Tais mecanismos ampliaram o acesso ao conhecimento e diversificaram a maneira como é apresentado. Ter a consciência deste cenário implica na reflexão sobre a escola atual, bem como nas práticas pedagógicas utilizadas no cotidiano escolar.

A educação escolar, ainda apoiada em práticas envelhecidas, com aulas predominantemente expositivas e com apego excessivo aos livros didáticos e aos vestibulares (RICARDO; FREIRE, 2007), parece distante da realidade dos jovens estudantes. Neste sentido, a Física escolar, que mais parece uma Matemática aplicada e descontextualizada da vivência dos alunos (*Ibidem*), possui grandes desafios na contemporaneidade. Um desses desafios pode ser indagado da seguinte forma: como tornar o processo de ensino e aprendizagem interessante ao aluno, uma vez que ele deve exercer papel de protagonista em seu processo de aprendizado?

A incorporação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no ensino de Física é tida por muitos pesquisadores como um caminho para enfrentar tal desafio. Porém, ao atribuir à tecnologia o papel de redentora, tenciona-se a uma atuação tão potencialmente desastrosa quanto a reprodução de metodologias desatualizadas. Deve-se ter em mente que o fundamental é refletir sobre as práticas pedagógicas adotadas, o que não significa necessariamente jogar no lixo tudo o que se tem feito, mas buscar formas de complementar tais abordagens a fim de adequá-las às demandas atuais.

Autores como Araujo *et al.* (2001), Medeiros e Medeiros (2002), Araujo *et al.* (2004), Gonçalves e Reis (2013), Barroso *et al.* (2018) e Garms e Caldas (2018) endossam as potencialidades da utilização das TICs no ensino. Dentre os argumentos favoráveis a esta inserção, pode-se destacar:

- Permite que os alunos, durante a realização de uma atividade, formulem hipóteses e teste-as a partir da exploração de um *software* (GONÇALVES; REIS, 2013, p. 424);
- Possibilita o estudo de fenômenos dinâmicos por meio de animações (MEDEIROS; MEDEIROS, 2000, p. 2);
- Contribui para despertar o interesse e a pré-disposição para aprender no aluno (BARROSO *et al.*, 2018, p. 2);

- A partir da interação do aluno com a construção do modelo computacional, oportuniza discutir o contexto de validade do modelo adotado (ARAÚJO *et al.*, 2004, p. 179).

Tendo em vista algumas potencialidades aqui elencadas, muitos pesquisadores têm se envolvido na elaboração de materiais de apoio à educação escolar, tais como programas, *softwares*, simulações educacionais, entre outros. Dentre os diversos produtos possíveis, destaca-se neste trabalho o uso do *software* livre de matemática dinâmica denominado GeoGebra.

O GeoGebra, criado em 2002 para ser utilizado em sala de aula e disponibilizado gratuitamente na rede mundial de computadores (SOUZA *et al.*, 2010, p. 178), foi escolhido devido a experiência adquirida pelos autores deste trabalho no uso do software. Além disso, é uma ferramenta disponível em português e que não exige o domínio de qualquer linguagem de programação. Ele possui uma interface bastante intuitiva, com ferramentas para a representação de vetores, representação em duas e três dimensões, possibilidade de inserção e revisão de equações, permite animar os objetos, entre outras tantas facilidades.

Em uma revisão bibliográfica realizada no portal de Periódicos da Capes e em revistas *qualis* A1 e A2 da área de Ensino da Capes, percebemos grande escassez de trabalhos que utilizem o GeoGebra para além do âmbito matemático. Durante a busca, foram encontrados somente dois trabalhos que utilizavam o GeoGebra como ferramenta para o Ensino de Física: Barroso *et al.* (2018) e Garms e Caldas (2018).

No entanto, além de ser um grande aliado durante as aulas de Matemática, acreditamos que, devido à sua interface, o software pode também ser uma importante ferramenta de apoio às aulas de Física. Isto porque, além de utilizá-lo como um simulador, é possível usá-lo para modelagem computacional na Física, fornecendo aos estudantes, tal como afirma Lopes (2013), a possibilidade de discutir o contexto de validade das simulações, testar hipóteses e verificar a maneira como certas variáveis afetam o fenômeno estudado.

Portanto, neste trabalho pretende-se mostrar um breve relato de uma proposta de atividade didática aplicada a alunos do Ensino Médio em que foi abordado o estudo de lançamento de projéteis por meio do software GeoGebra. A escolha do tema foi baseada em conversas informais junto a professores de Física da Educação Básica e na experiência docente dos autores. Assim, identificamos que a abordagem do conteúdo de lançamento de projéteis apresenta certa exigência matemática, gráfica e de diversos conceitos físicos, que exigem dos alunos alto nível de abstração para o seu entendimento (RESQUITTI; NEVES, 2008). Tais obstáculos são relacionadas ao aprendizado da Física de uma forma geral, como ressaltam

Ricardo e Freire (2006) e Talim (1999). Considerando as dificuldades que podem ser encontradas no estudo do lançamento de projéteis, percebeu-se no GeoGebra uma alternativa promissora no uso das TICs para o Ensino de Física.

MATERIAL E MÉTODO

Para a elaboração da proposta foram desenvolvidos previamente um material de apoio, contendo um roteiro de experimentação, uma revisão teórica do conteúdo lançamento de projéteis, assim como questionários pré e pós-atividade para que permitisse uma análise da influência sobre a aprendizagem dos alunos na execução da atividade.

A atividade foi aplicada a participantes voluntários matriculados em um curso técnico integrado do Ensino Médio de uma instituição pública federal da região Sul do país. E foi desenvolvida no contra turno durante dois encontros, totalizando 8 horas. No primeiro encontro 7 alunos compareceram e no segundo haviam 6 alunos, sendo que todos assinaram, bem como seus responsáveis, Termo de Ciência. Todos os participantes da atividade já possuíam um contato prévio formal com o tema “lançamento de projéteis” durante as aulas de Física. Vale ressaltar que o professor que aplicou a atividade não atuou em nenhum momento como docente dos alunos participantes. Para a realização da atividade foram utilizados o laboratório de informática e o ginásio poliesportivo.

No primeiro encontro, antes da introdução do tema, os alunos responderam o questionário pré-atividade, o qual era composto por quatro questões, sendo que a primeira delas se referia a maneira como se deu o primeiro contato dos alunos com a temática envolvida. As demais questões buscaram contemplar a forma como estes alunos manipulavam algebricamente as equações relacionadas ao fenômeno e sua compressão conceitual do conteúdo.

A introdução do tema envolveu a realização de uma atividade experimental. Para tanto os alunos foram organizados em três grupos. Cada grupo recebeu um roteiro da atividade experimental, que também possuía algumas questões. A atividade prática foi realizada na quadra do ginásio poliesportivo e consistiu em uma avaliação empírica do lançamento de bolas em uma partida de vôlei. Pretendia-se com isso levar os alunos a formularem e testarem hipóteses sobre o fenômeno observado e questionar a validade das mesmas. Por isso, as questões propostas no roteiro buscavam promover uma discussão preliminar a respeito da relação entre o ângulo de lançamento de um projétil, no caso a bola de vôlei, e a trajetória descrita por ele. Durante a atividade, o professor estimulava os alunos sobre quais variáveis

poderiam influenciar o movimento ou alcance da bola. Durante as observações e os testes, os alunos foram respondendo as questões propostas no roteiro do experimento.

Depois de finalizada a atividade experimental e ao terminarem de responder as questões propostas, os alunos foram encaminhados ao laboratório de informática e orientados a buscarem estabelecer uma relação matemática que evidenciasse a relação entre o ângulo de lançamento e a trajetória descrita pela bola. Houve um momento de interação entre os alunos e o professor, permitindo que fossem feitas algumas conjecturas e interpretações a respeito dos testes realizados na quadra na tentativa de obter uma relação matemática que fosse pertinente ao observado. Apenas um grupo apresentou uma proposta para a relação, no entanto, a discussão deu margem para que fosse abordado um modelo teórico sobre o lançamento de projéteis.

Buscou-se fazer a abordagem do modelo teórico por meio de discussões com os alunos, de modo que, em grupos, pudessem chegar às equações geralmente contempladas no Ensino Médio sobre o movimento de lançamento de projéteis. Desta forma, procurou-se relembrar com os alunos as equações do movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado, de forma a auxiliá-los na contextualização das expressões matemáticas com as trajetórias observadas nos projéteis e explorando o princípio de independência de movimentos simultâneos.

Assim, inicialmente, construiu-se algebricamente a trajetória horizontal que, em um modelo ideal, pode ser descrita como um movimento retilíneo uniforme; em seguida, os alunos foram orientados a implementar no GeoGebra a equação deduzida nos grupos.

Para muitos a atividade foi o primeiro contato com o GeoGebra. Assim, o professor realizou uma breve apresentação do programa e das ferramentas que seriam demandadas para a construção pretendida. Apesar disso, a primeira construção ocorreu sem maiores dificuldades e, a possibilidade de perceber a dinâmica do gráfico ao serem alterados os parâmetros físicos, despertou grande interesse nos alunos. Na figura 1 é mostrado o resultado da trajetória proposta por um dos alunos participantes.

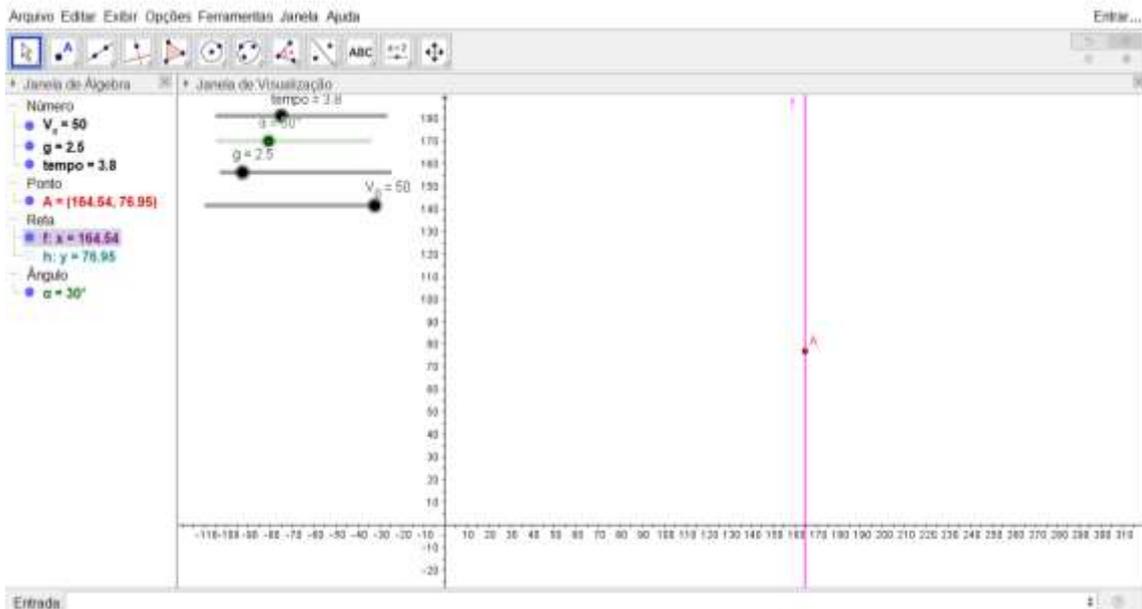


Figura 1: Trajetória construída por um dos alunos usando o GeoGebra na análise do movimento horizontal.

Na figura 1 as grandezas físicas tempo, ângulo de inclinação (α), aceleração da gravidade (g) e velocidade inicial (v_0) estão representadas por meio de uma função do programa denominada de controle deslizante (botões e barras horizontais). O projétil está representado pelo ponto acompanhado da letra A. A linha vertical indica a posição ocupada pelo projétil A na abscissa, eixo x , em cada instante de tempo. No GeoGebra, em um processo dinâmico, o aluno é capaz de observar a trajetória horizontal do projétil.

Após explorarem a primeira trajetória construída, solicitou-se que os alunos inserissem novos parâmetros para a construção da trajetória vertical do projétil e que temporariamente ocultassem a trajetória horizontal. Para essa etapa os alunos apresentaram maiores dificuldades, uma vez que a implementação da trajetória vertical utilizaria uma equação de segundo grau. O resultado da construção elaborada pelos alunos está mostrado na Figura 2.

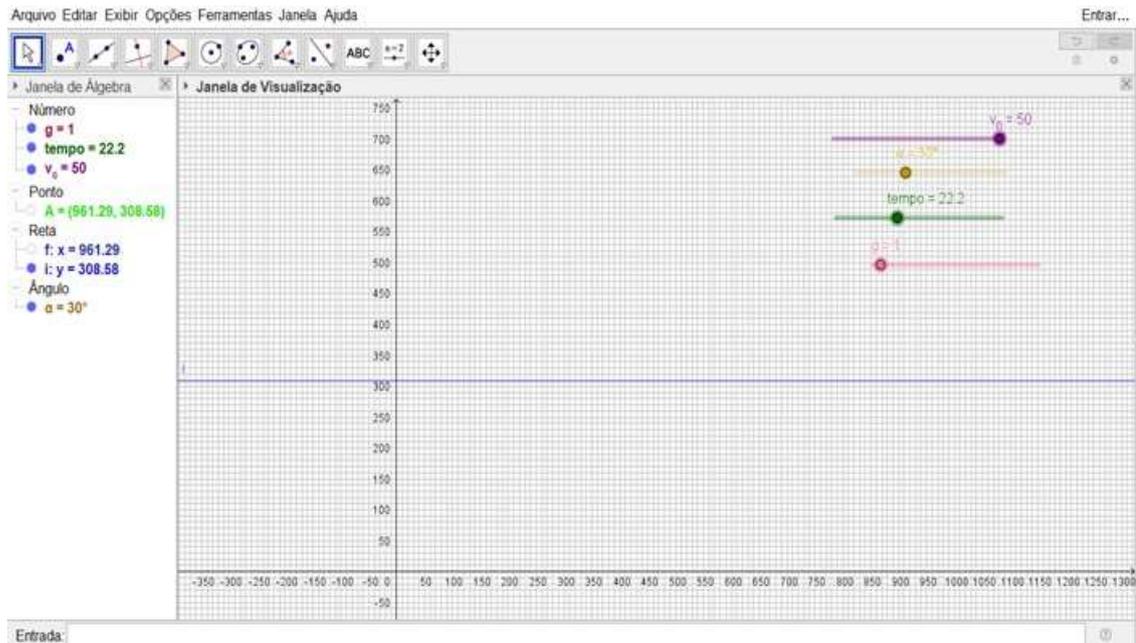


Figura 2: Trajetória construída por um dos alunos usando o GeoGebra na análise do movimento vertical.

Ao animarem o modelo, os alunos se surpreenderam com a representação gráfica disponibilizada, pois esperavam que a trajetória fosse mostrada como uma parábola. No entanto, conforme a Figura 2, o programa gerou uma reta. Neste momento, houve a discussão de que a linha horizontal na Figura 2 indicava a posição ocupada pelo projétil na ordenada, eixo y , em cada instante de tempo e que, portanto, durante o intervalo de tempo considerado no controle deslizante, a linha horizontal tende a subir e depois descer variando apenas ao longo do eixo y .

Em seguida, os alunos foram orientados a fazer a intersecção das duas trajetórias, de modo que a animação ocorresse simultaneamente para os eixos x e y , e compararem a trajetória do ponto de intersecção com aquela descrita pela bola durante a atividade experimental. O resultado obtido por um dos alunos está mostrado na Figura 3.

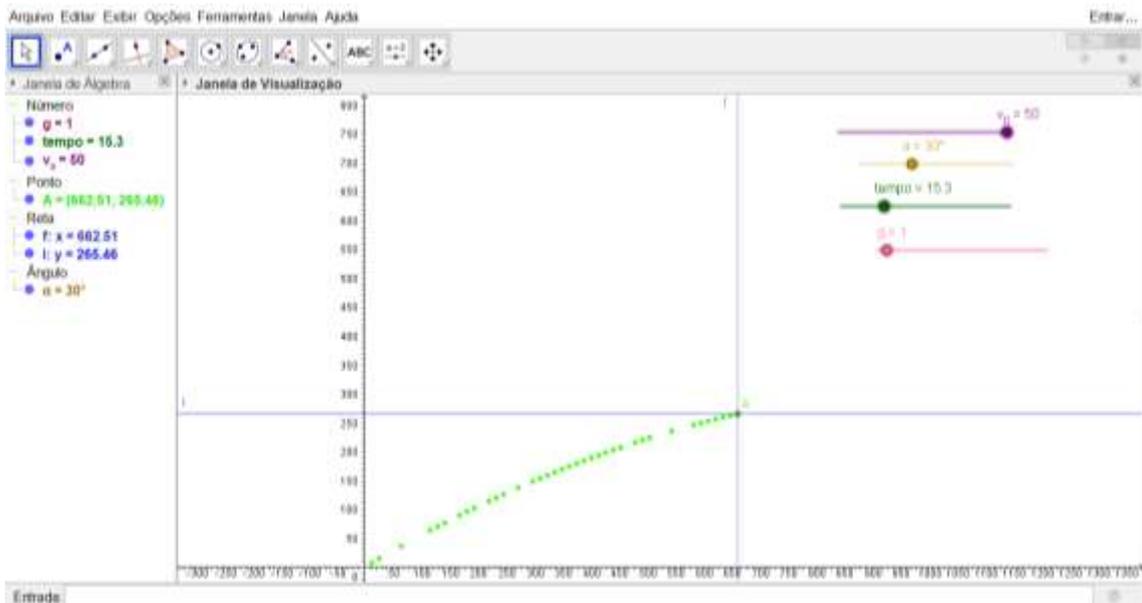


Figura 3. Trajetória construída por um dos alunos usando o GeoGebra na análise da composição do movimento vertical e horizontal.

Os alunos foram questionados sobre a validade do princípio de independência de movimentos simultâneos, sendo categóricos ao afirmar que sim, era válido. Para encerrar o primeiro dia de aplicação da atividade os alunos exploraram um pouco mais a última trajetória buscando variar outros parâmetros como o tempo, a velocidade inicial, aceleração da gravidade e ângulo de lançamento, e puderam observar de que maneira cada parâmetro afetava a trajetória descrita.

O segundo dia de aplicação da atividade foi destinado à discussão da equação geral da trajetória do movimento de projéteis, além de serem abordados os conceitos de alcance máximo e altura máxima, buscando elucidar quais seriam os fatores determinantes para tais situações. Análogo ao que foi feito no primeiro dia de aplicação, a equação geral da trajetória de um projétil foi deduzida a partir de discussões com os alunos, partindo das equações já deduzidas no encontro anterior. Esta equação geral também foi implementada no GeoGebra e comparada com as construções já realizadas. Por de falta de espaço, optou-se por não apresentar neste trabalho as equações obtidas com os estudantes.

Por último, foi aplicado o questionário pós-teste. O qual era composto pelas três questões do pré-teste referentes ao lançamento de projéteis, acrescidas de mais quatro questões que tinham como objetivo verificar a como se deu a aceitação e avaliação do GeoGebra pelos alunos, enquanto ferramenta para a abordagem do tema lançamento de projéteis.

RESULTADOS

Ao serem questionados sobre a contribuição do *software* para a compreensão do conteúdo, quatro dos cinco alunos afirmaram que a ferramenta contribui para o entendimento do tema e apenas um disse que a contribuição foi parcial. Os quatro primeiros alunos justificaram suas respostas mencionando a possibilidade de visualização, provavelmente mencionando o fato de um sistema dinâmico pôde ser mostrado por meio de uma animação (dinâmica) e não como imagens estáticas geralmente apresentadas nos livros didáticos, como pode ser notado na resposta de um deles: “com o **sistema** de fácil manipulação e compreensão, além de apresentar o conteúdo visual, ajuda a moldar em todos os trâmites os itens expostos somente em fórmulas (grifo nosso)”. Além disso, a motivação gerada pela utilização do GeoGebra foi elencada por todos os alunos que responderam o questionário.

Foi ainda solicitado aos alunos que elencassem pontos positivos e negativos da utilização do GeoGebra. Como ponto negativo, foram indicadas as dificuldades durante manipulação do *software*, algo aceitável pelo pouco tempo de interação dos alunos com o programa, e houve a sugestão de ser feita uma atividade prévia de familiarização com o GeoGebra. Em relação aos aspectos positivos da aplicação, a “visualização” do fenômeno e a facilitação da compreensão do conteúdo, foram fatores mencionados pelos participantes. Um dos alunos classificou o *software* utilizado como “interativo e didático”. Dentre as respostas dadas pelos alunos a respeito dos pontos positivos da aplicação, destaca-se: “o programa é legal e permite um entendimento mais amplo das coisas que estão no papel, é diferente do comum”.

DISCUSSÃO

Ao longo deste trabalho não foram discutidas as potencialidades da proposta como facilitadora do processo de ensino e aprendizagem na abordagem do conteúdo de lançamento de projéteis. Tal perspectiva poderá ser contemplada em um trabalho futuro. Mesmo assim, podemos notar que os alunos apresentaram boa receptividade no uso do GeoGebra como instrumento de apoio durante as discussões do tema. Sendo positivo o saldo da aplicação.

No que diz respeito à utilização do GeoGebra durante a execução da proposta, a necessidade de um contato prévio com o *software* foi apontada pelos alunos como limitadora no desenvolvimento da atividade, no entanto os alunos pactuaram em afirmar que a utilização

do programa foi determinante no processo, já que, segundo os mesmos, tornou o aprendizado mais motivador e dinâmico.

CONCLUSÃO

Acreditamos que o GeoGebra, enquanto ferramenta didática, apresenta um potencial significativo que ainda precisa e deve ser explorado nas aulas de Física do Ensino Médio. Uma vez que, mediante a sua utilização, pode-se discutir o tema com os alunos de modo a oportunizar a construção de modelos físicos de análise de fenômenos reais por meio representações dinâmicas e não com imagens estáticas tal como geralmente ocorre na Física escolar.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Atividades de Modelagem Computacional no Auxílio Interpretação de Gráficos da Cinemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p.179-184, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v26n2/a13v26n2.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Uma Revisão da Literatura sobre Estudos Relativos a Tecnologias Computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência**, v. 4, n. 3, p.5-17, 2004.

BARROSO, F. F. et al. Formação de Imagens na Óptica Geométrica por Meio do Método Gráfico de Pierre Lucie. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 2, p.1-9, 2017.

GARMS, M. A.; CALDAS, I. L. Síntese das Leis de Kepler. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 2, p.1-12, 2017.

GONÇALVES, D. C.; REIS, F. S. Atividades Investigativas de Aplicações das Derivadas Utilizando o GeoGebra. **Bolema**, v. 27, n. 46, p.417-432, 2013.

LOPES, M. M. Sequência Didática para o Ensino de Trigonometria Usando o Software GeoGebra. **Bolema**, Rio Claro, v. 27, n. 46, p.631-644, 2013.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. de 2002.

SOUZA, A. R. et al. Uso de GeoGebra para Analisar o Movimento Harmônico Simples por Meio do Pêndulo Simples. In: PIROLA, Nelson Antonio (Org.). **Ensino de ciências e matemática, IV**: temas de investigação. São Paulo: Unesp, 2010. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/bpkng/pdf/pirola-9788579830815-10.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

RESQUETTI, S. O.; NEVES, M. C. D. A Teoria do Movimento de Projéteis nos Livros Didáticos de Física e no Vestibular. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2008. Disponível em:

<http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/_ateoriadomovimentodeproj.trabalho.pdf>.

Acesso em: 24 nov. 2017.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos Alunos sobre a Física do Ensino Médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p.251-266, 2006.

TALIM, S. L. Dificuldades de Aprendizagem na Terceira Lei de Newton. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 2, p.141-153, 1999. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6804>>. Acesso em: 13 ago. 2017.