



Simuladores com o *software* GeoGebra como objetos de aprendizagem para o ensino da física

- Simulators with Geogebra Software as Learning Objects For Teaching Physics
- Simuladores con el *software* GeoGebra como objetos de aprendizaje para la enseñanza de la física

Resumo

Com o intuito de contribuir para o tema do uso de recursos didáticos no ensino das ciências com tecnologias digitais, neste trabalho apresentam-se dois simuladores computacionais elaborados com o *software* GeoGebra para abordar os movimentos parabólico e harmônico simples, caracterizando-os como objetos de aprendizagem de acordo à perspectiva de Kalinke et ál. (2015). Para realizar esta apresentação, descrevem-se dois planejamentos de aula nos quais estes simuladores podem ser inseridos. O desenvolvimento de cada planejamento de aula contempla o trânsito por três momentos nos quais se reflete sobre os aspectos teóricos a serem estudados, o uso do simulador para interagir com o fenômeno modelado e as conclusões às quais se pode chegar após a atividade realizada. Espera-se que este trabalho seja um apoio direto à prática profissional daqueles docentes que tenham vontade de integrar tecnologias digitais nas suas aulas e seja de inspiração para a criação dos seus próprios materiais didáticos.

Palavras-chave

ensino das ciências; objetos de aprendizagem; simuladores computacionais; *software* GeoGebra

Rafael Enrique Gutiérrez Araujo*
Luis Andrés Castillo Bracho**

* Licenciado em Educação Matemática e Física pela Universidade do Zulia. Coordenador de Formação da Associação Aprender em Red, Venezuela. Mestrando em Ensino e História das Ciências e da Matemática da Universidade Federal do ABC. Santo André, Brasil.

rafael.gutierrez0593@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4003-8324>

** Licenciado em Educação Matemática e Física pela Universidade do Zulia. Coordenador de Tecnologias e Suporte da Associação Aprender em Red, Venezuela. Mestrando em Educação em Ciências e Matemática na Universidade Federal de Pará. Belém, Brasil.

luiscastleb@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5174-9148>



Abstract

In order to contribute to the theme of the use of didactic resources in the science teaching with digital technologies, this work presents two computational simulators elaborated with GeoGebra to approach the simple parabolic and harmonic movements, characterizing them as learning objects according to the perspective of Kalinke et ál. (2005). To make this, two lesson plans are described in which these simulators can be inserted in classroom. The development of each lesson plan contemplates the transit through three moments in which are reflected the theoretical aspects, the use of the simulator to interact with the phenomenon modeled and the conclusions that can be reached after the activity. It is hoped that this work will be a direct support to the professional practice of those teachers who have the will to integrate digital technologies in their classes and be the inspiration for the creation of their own teaching materials.

Keywords

sciences teaching; learning objects; computational simulators; GeoGebra Software

Resumen

Con la intención de contribuir al tema del uso de recursos didácticos en la enseñanza de las ciencias con tecnologías digitales, en este trabajo se presentan dos simuladores computacionales elaborados con el *software* GeoGebra para abordar los movimientos parabólico y armónico simple, caracterizándolos como objetos de aprendizaje de acuerdo a la perspectiva de Kalinke et ál. (2015). Para realizar esta presentación, se describen dos planeaciones de clase en las cuales estos simuladores pueden ser incluidos. El desarrollo de cada planeación de clase contempla el tránsito por tres momentos en los cuales se reflexiona sobre los aspectos teóricos a ser estudiados, el uso del simulador para interactuar con el fenómeno modelado y las conclusiones a las cuales se puede llegar tras la actividad realizada. Se espera que este trabajo sea un apoyo directo a la práctica profesional de aquellos docentes que tengan deseos de integrar tecnologías digitales en sus clases y sea de inspiración para la creación de sus propios materiales didácticos.

Palabras clave

enseñanza de las ciencias; objetos de aprendizaje; simuladores computacionales; *software* GeoGebra

Introdução

No repertório de ferramentas que os professores de ciências naturais e matemática dispõem para realizar seu trabalho destacam-se os recursos didáticos, aqueles objetos concebidos para apoiar o processo de ensino de algum conteúdo específico aos seus alunos. Em geral, esses recursos vão desde os livros até aqueles que o professor pode elaborar com materiais concretos. Entretanto, nos últimos anos os professores têm tido a tendência de elaborar estes recursos por meio de Tecnologias Digitais (TD) na medida em que esses tipos de materiais podem alcançar um maior impacto nos processos educativos, fato pelo qual têm sido pesquisadas nas últimas décadas as vantagens que estas tecnologias representam para o trabalho do professor e dos alunos na sala de aula (Rojano, 2014). O fato anterior apoia-se nas ideias de Meneses, Fàbregues, Rodríguez-Gómez e Ion (2012) no que diz respeito aos diferentes usos das TD em aula, entre os quais se destaca o desenho da instrução, que seria utilizar esse tipo recursos tecnológicos em atividades de planejamento de aula, elaboração de materiais didáticos e manutenção de repositórios destes materiais para o ensino.

A importância que as tecnologias têm hoje em dia no âmbito educativo reflete-se em diversos documentos curriculares educativos, os quais sugerem o seu uso para facilitar e potencializar o ensino e a aprendizagem da matemática e das ciências naturais nos contextos escolares. No caso do Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sublinha que:

[...] a cultura digital tem promovido mudanças sociais significativas nas sociedades contemporâneas. Em decorrência do avanço e da multiplicação das tecnologias de informação e comunicação e do crescente acesso a elas pela maior disponibilidade de computadores, telefones celulares, tablets e afins, os estudantes estão dinamicamente inseridos nessa cultura, não somente como consumidores.

Os jovens têm se engajado cada vez mais como protagonistas da cultura digital, envolvendo-se diretamente em novas formas de interação multimidiática e multimodal e de atuação social em rede, que se realizam de modo cada vez mais ágil. (Brasil, 2017, p. 59)

Nesse sentido, as mudanças sociais que as tecnologias trouxeram consigo no momento histórico atual também trouxeram novas maneiras de aprender. Desse modo, a interação dos alunos com as tecnologias digitais

[...] são fontes que estimulam sua curiosidade e a formulação de perguntas. O estímulo ao pensamento criativo, lógico e crítico, por meio da construção e do fortalecimento da capacidade de fazer perguntas e de avaliar respostas, de argumentar, de interagir com diversas produções culturais, de fazer uso de tecnologias de informação e comunicação, possibilita aos alunos ampliar sua compreensão de si mesmos, do mundo natural e social, das relações dos seres humanos entre si e com a natureza. (Brasil, 2017, p. 56)

Por conseguinte, umas das competências gerais que a BNCC indica que os alunos devem desenvolver é “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas [...]” (Brasil, 2017, p. 9). No que diz respeito ao ensino das ciências naturais, a BNCC indica que os alunos devem “utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética” (Brasil, 2017, p. 322).

Nesse cenário de uso das TD no âmbito educativo aparecem os Objetos de Aprendizagem (OA), recursos que oferecem diversas vantagens ao ensino e aprendizagem nas aulas e cujo estudo e investigação representa um tema importante de pesquisa na atualidade (Kalinke, Derossi, Janegitz e Nogueira, 2015). Em geral, um OA é um recurso digital usado e reutilizado para apoiar o ensino de um conteúdo específico (Wiley, 2000) e que pode ser acessado em repositórios localizados na internet ou elaborado pelos próprios professores por meio de *software* (Valim, Ribeiro, da Silva e Cascaes, 2013).

Um tipo de *software* que pode ser usado para elaborar OA é aquele baseado nos aplicativos informáticos de geometria dinâmica (Ávila, Müller, Tarouco e de Lima, 2013) entre os quais se destaca o GeoGebra, um *software* de matemática que oferece um ambiente de geometria dinâmica, entre outras aplicações (Hohenwarter, Hohenwarter e Lavicza, 2009). Diversas produções acadêmicas reportam as vantagens de usar o *software* GeoGebra para elaborar recursos educacionais com o intuito de apoiar o ensino dos conceitos matemáticos (De Oliveira, Guimarães e Andrade, 2012; Homa e Groenwald, 2016).

Além disso, o *software* GeoGebra permite também elaborar animações e simulações para a mobilização do conteúdo matemático por meio de suas ferramentas e funcionalidades dinâmicas (Barbosa, 2013; de Azeredo, de Sousa, Batista e Barcelos, 2013). No caso específico das simulações, os professores têm a possibilidade de elaborar simuladores computacionais que lhes sirvam de apoio no momento de ensinar ciências naturais, como a física (Díaz-Urdaneta e Rubio, 2016; Sánchez e Sánchez, 2016). Apesar da existência de textos que oferecem informações relacionadas à elaboração de simuladores utilizando o *software* GeoGebra, é pequena a produção na literatura que trata dos diferentes jeitos de usar esses tipos de recursos digitais como OA em contextos específicos de ensino.

Com o intuito de oferecer uma contribuição para o tema de recursos digitais elaborados com TD, segundo a perspectiva dos OA para o ensino da física, neste trabalho caracterizam-se dois simuladores elaborados com o *software* GeoGebra como OA, a partir da descrição de dois planejamentos de aula nos quais esses recursos podem integrar-se no ensino do movimento harmônico simples e do movimento parabólico. Assim sendo, com este trabalho também se visa a contribuir com a prática profissional dos professores que têm vontade de integrar recursos digitais, como os simuladores, nas suas aulas para abordar conteúdos matemáticos e físicos nos níveis de ensino fundamental e médio.

Objetos de aprendizagem

Na literatura especializada encontram-se diferentes definições dos OA. Uma dessas definições é aquela que os considera como recursos virtuais disponíveis para que o professor os utilize com o intuito de contribuir com a aprendizagem dos seus alunos (Koper, 2003). Outra definição mais específica considera os OA como qualquer material digital que oferece informações para a construção de conhecimento, estejam essas informações em forma de uma imagem, página HTML, animação ou simulação (Santos, 2007). Neste artigo, assume-se o OA como um recurso virtual que pode ser usado e reutilizado para apoiar a

aprendizagem, por meio de atividade interativa na forma de *simulações* ou *animações* (Kalinke et ál., 2015).

Por um lado, a *simulação* pode ser entendida como a ação de utilizar um simulador, isto é, um modelo computacional quer de uma situação real ou hipotética quer de um fenômeno natural que permite ao usuário explorar as implicações de manipular os parâmetros dentro dele (Clark, Nelson; Sengupta e D'Angelo, 2009). Por outro lado, a *animação* é um tipo de visualização dinâmica que se desenvolve a uma velocidade constante que, a diferencia da simulação, não permite ao usuário interação em termos de manipulação ou modificação de parâmetros (Plass, Homer e Hayward, 2009). Segundo a literatura relacionada, os OA – quer simulação quer animação – apresentam uma diversidade de características. Assim, Sabbatini (2012) distingue esses recursos dos demais materiais didáticos pelas seguintes características:

- Reutilização, com a possibilidade de serem usados em diferentes contextos de ensino com outras atividades e desafios;
- Portabilidade, sendo possível usá-los em diferentes plataformas técnicas;
- Modularidade, de maneira que possam conter outros objetos ou estarem nestes contidos, dando lugar à ideia de combinação;
- Autossuficiência, o que diz respeito ao fato de não dependerem de outros objetos para fazer sentido;
- Descrição por metadados, como autor, palavras-chave, idioma, entre outros.

Autores como Audino e Nascimento (2010) ressaltam outras características dos OA, as quais se referem às possibilidades que estes têm de: 1) serem acessados em qualquer lugar; 2) apresentar interatividade e 3) Serem transportados em diversas mídias, como pen-drives e CDs. Por sua parte, Kalinke et ál. (2015) reportam as seguintes características fundamentais dos OA:

- São pequenos, no sentido de que podem ser usados no tempo de uma ou duas aulas;
- Devem ser dotados de facilidade de uso, de forma que o aluno somente tenha que colocar a maior parte da sua atenção nas questões que se pretende aprender;
- Apresentam alguma expectativa de aprendizagem, que deve ser lograda por meio do seu uso na aula (por isso o nome objeto de “aprendizagem”).

Portanto, qualquer recurso digital que apresente todas as características anteriores e não tenha algum propósito pedagógico não pode ser considerado como OA. Além das suas características, os OA apresentam uma variedade de vantagens que podem ajudar os alunos a terem uma relação mais afetiva e dinâmica com os saberes a serem aprendidos por eles. A respeito disso, Gallo e Pinto (2010) destacam que os OA permitem aos alunos, entre outras coisas, criar e comprovar hipóteses, relacionar conceitos, resolver problemas, fazer descobertas por meio de situações de exploração e navegação, de forma atrativa e divertida. Na mesma linha, Kalinke et ál. (2015) afirmam que os OA permitem aos alunos explorar dinamicamente os conteúdos e estabelecer conexões entre as diferentes formas de representação de um mesmo conceito, assim como também aquelas conexões entre os conceitos matemáticos e as situações do dia a dia.

Para ter uma concepção mais detalhada dos OA segundo a visão que se adaptou neste trabalho, na seção seguinte aborda-se a temática dos simuladores em geral e simuladores elaborados com o *software* GeoGebra em particular.

Simuladores com o *software* GeoGebra

A simulação computacional, também chamada de “simulação digital”, refere-se à representação de um fenômeno natural ou artificial

que se desenvolve ao longo do tempo, usando alguns meios tecnológicos (Baek, 2009; Kofman, 2000; Pugnaroni, 2008; Rodríguez e Roggero, 2014). Neste sentido, o recurso digital que reproduz uma simulação desse tipo recebe o nome de “simulador computacional”. Atualmente, os simuladores computacionais são amplamente utilizados em diversos campos científicos e tecnológicos, tais como engenharia, medicina, economia, matemática, física, entre outros. No campo da educação, os simuladores computacionais têm sido utilizados como meios para estudar fenômenos naturais e conteúdos relacionados com a matemática e as ciências naturais, muitas vezes inacessíveis em instituições escolares (Clark et ál., 2009). Ao utilizar um simulador, os alunos interagem com o modelo computacional associado ao fenômeno em questão, conseguindo manipular aquelas variáveis que controlam o ocorrido para analisar, compreender e prever o comportamento real do fenômeno à medida que o tempo transcorre.

Nesse contexto, um simulador elaborado com o *software* GeoGebra pode-se entender como um modelo computacional que recria uma certa realidade na qual um fenômeno físico está subjacente, produzido por meio das suas ferramentas e funcionalidades dinâmicas. Pesquisas relacionadas revelam que as ferramentas e funcionalidades dinâmicas do *software* GeoGebra permitem reproduzir aspectos do comportamento de um fenômeno natural ou artificial na sua interface, em condições ideais (Castillo e Prieto, 2018; Cervantes, Rubio e Prieto, 2015). Rubio, Prieto e Ortiz (2016) afirmam que a elaboração de um simulador com o *software* GeoGebra consiste em resolver um conjunto de “tarefas de simulação” que estão relacionadas a “elementos dinâmicos” (ligados ao modelo fenomenológico) e “elementos decorativos” (associados a uma cena que serve de contexto para o estudo do fenômeno). Resolver uma tarefa de simulação, que corresponde a um determinado elemento dinâmico do fenômeno escolhido, supõe transitar por um ciclo de modelagem matemática (Gutiérrez, Prieto e Ortiz, 2017) que exige a construção no *software* de figuras geométricas representativas das formas e movimentos característicos do fenômeno físico que é modelado no simulador.

Nas próximas seções, apresentam-se dois simuladores com o *software* GeoGebra e descrevem-se dois planejamentos de aula nos quais esses recursos podem ser integrados.

O simulador do tiro livre de futebol

O simulador do tiro livre de futebol¹ foi elaborado para apoiar o ensino das ciências em alunos do 4º ano da Educação Média da Venezuela (idades entre 14 e 16 anos), especificamente para mobilizar o conteúdo do movimento parabólico. Uma vez que os alunos acessam este recurso, na tela do computador exibe-se a aparência do simulador (ver Figura 1), a qual está estruturada em duas zonas. Na primeira zona exibe-se uma cena de práticas de tiro livre de futebol, enquanto a outra zona está dividida em duas subzonas: o painel de controle do simulador, onde se encontram as variáveis que podem ser manipuladas pelos alunos; e a outra, na qual se ilustra a curva que representa a trajetória da bola quando é chutada pelo jogador no simulador.

1 Este simulador pode ser acessado no seguinte endereço eletrônico: <https://ggbm.at/tcbfhz82>

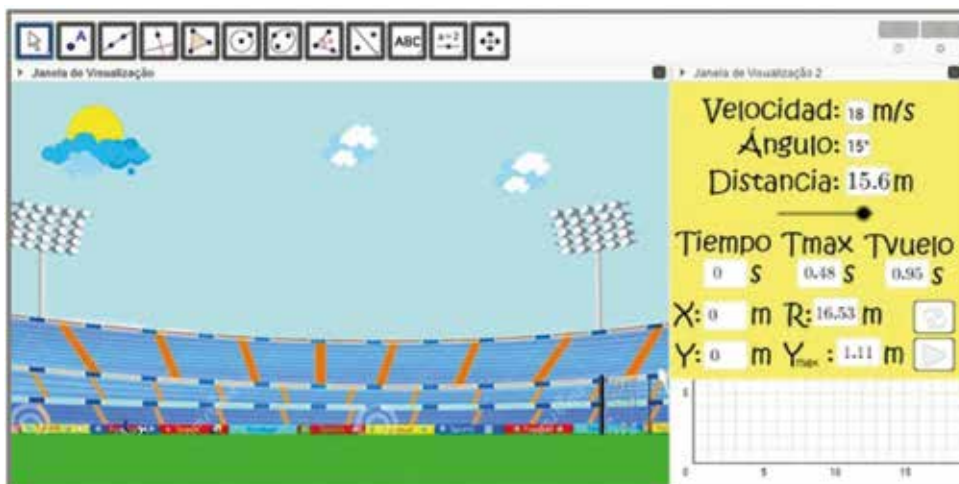


Figura 1. Aparência do simulador “tiro livre de futebol”.

Fonte: Elaboração própria

De acordo com a nossa experiência, acreditamos que este simulador, complementado com um planejamento de aula específico, pode ser usado pelo professor num tempo de até duas aulas, por meio de uma atividade desenvolvida em três momentos:

Momento 1: Abordagens de início

Antes de manipular o simulador, é recomendável que os alunos tenham uma primeira aproximação com os aspectos teóricos relacionados com o conteúdo a ser abordado. Neste sentido, o professor pode pedir aos alunos para refletir e responder perguntas como: 1) Segundo as suas próprias ideias, quando um objeto descreve um movimento parabólico? 2) Quais as magnitudes você acredita que podem vincular-se ao movimento parabólico? 3) Quais são as diferenças entre o movimento de uma bola de basquete, quando é lançada por um jogador ao aro, e uma bola que é deixada cair da janela do último andar de um prédio?

Após gerar debates e reflexões em relação às respostas dos alunos, o professor pode começar o trabalho com o simulador, entrando no momento 2 do planejamento da aula.

Momento 2: Desenvolvimento da atividade

Nesta seção, os alunos começam a interação com o simulador, o qual é apresentado pelo professor. Depois desta apresentação, o professor deve comunicar aos alunos o propósito da atividade: determinar a relação entre a velocidade e o deslocamento horizontal. Para alcançar este propósito, os alunos terão seis (06) tentativas de chutar a bola no simulador. Para começar a usar o simulador, os alunos têm que seguir certas condições, uma das quais é aquela em que o jogador precisa permanecer fixo e chutar a bola com um ângulo de tiro de 25° , sendo 25 m/s a maior velocidade de chute.

Com essas condições iniciais, os alunos devem medir ou estimar, por meio de um processo de experimentação, a velocidade requerida para que a bola entre no gol após o chute, fazendo ajustes na velocidade em cada tentativa. Os dados obtidos destas medições são escritos numa tabela como a ilustrada abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Instrumento para a coleta dos dados

Ângulo	25°	25°	25°	25°	25°	25°
Velocidade (m/s)						
Deslocamento horizontal (m)						

Fonte: Elaboração própria

Após a atividade anterior, e a partir dos dados registrados na tabela 1, os alunos teriam a oportunidade de compartilhar seus resultados para começar a refletir e debater sobre as questões seguintes (sempre que a medida do ângulo esteja fixa): 1) quanto maior é a velocidade, maior é a distância da viagem; 2) Quanto menor é a velocidade, menor é a distância da viagem e 3) A distância é proporcional à velocidade. Além disso, os alunos poderiam compartilhar suas impressões em relação ao uso do simulador. Neste ponto o professor continuará com o último momento do plano da aula.

Momento 3: Perguntas para analisar

Neste último momento do planejamento da aula, o professor tem a oportunidade de pedir aos alunos que reflitam e analisem algumas questões derivadas do experimento realizado por eles. Algumas perguntas que poderiam permitir que os alunos se aprofundassem nos conceitos e nas relações entre as diferentes variáveis do estudo, assim como estabelecer conexões entre as representações do movimento estudado, são as seguintes: (1) Com base em sua experiência na prática de laboratório, o que caracteriza o movimento parabólico? 2) Você pode estabelecer alguma relação entre as duas variáveis presentes na atividade? Qual seria? 3) O que você acredita que aconteceria com o deslocamento horizontal se o ângulo de tiro fosse mudado para um valor maior? 4) Em quais outras atividades ou objetos da vida cotidiana você pode observar esse tipo de movimento?

As respostas dos alunos às perguntas anteriores têm a intenção de permitir-lhes aprofundar-se nos conhecimentos referentes ao movimento parabólico, as variáveis no movimento e reconhecer o movimento na vida cotidiana. Algumas das conclusões às quais os alunos poderiam chegar seriam as seguintes: 1) Uma característica do movimento é que a trajetória do objeto é parabólica; 2) Quanto maior a velocidade do tiro, maior será o deslocamento horizontal (mantendo fixo o ângulo de tiro), podendo-se estabelecer uma relação de dependência entre as variáveis "**V**" e "**R**"; 3) se o ângulo de tiro é menor, o deslocamento horizontal diminui e 4) Em outros esportes como o beisebol, lançamento da javalina, basquetebol.

O simulador do pêndulo simples

O simulador pêndulo simples² foi elaborado para apoiar o ensino e a aprendizagem do conteúdo de movimento harmônico simples em alunos do 4º ano da Educação Média (idades entre 14 e 16 anos) da Venezuela. Uma vez que se acessa o simulador, visualiza-se a aparência ilustrada na figura 2, que está dividida em duas zonas principais. Na zona da esquerda ilustra-se uma menina

sobre um balanço, enquanto que na zona da direita encontra-se o painel de controle do simulador pelo qual, ao mesmo tempo, divide-se em duas subzonas: na primeira encontram-se as variáveis que podem ser modificadas durante o trabalho com o simulador e na segunda subzona localiza-se um gráfico x vs. t do movimento a ser estudado.

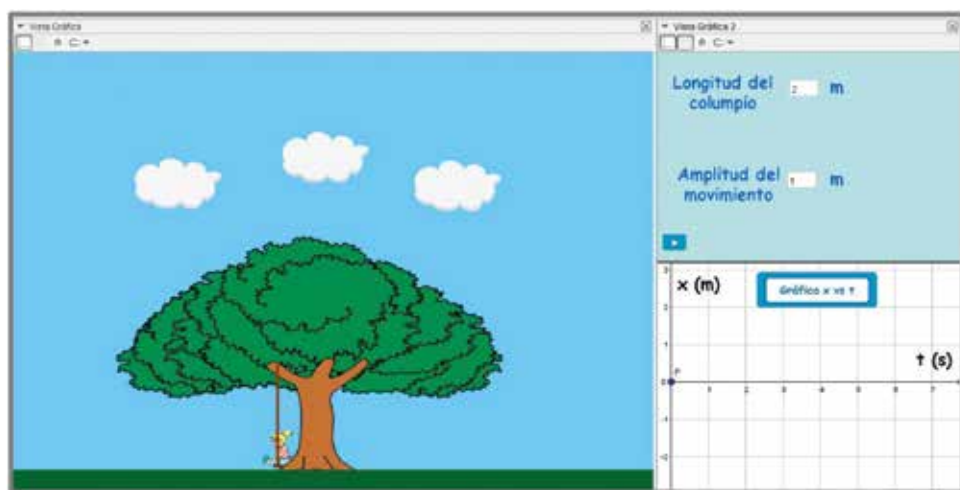


Figura 2. Aparência principal do simulador “pêndulo simples”.

Fonte: Elaboração própria

Incluído numa sequência didática, este simulador pode ser usado pelo professor ao longo de até duas aulas através do desenvolvimento de três momentos:

Momento 1: Abordagens de início

Antes de manipular o simulador, é recomendável que os alunos tenham uma primeira aproximação com os aspectos teóricos relacionados com o conteúdo a ser abordado. Para isso, o professor pode pedir aos alunos para refletir e responder perguntas como: 1) Segundo as suas próprias ideias, o que é um pêndulo simples? 2) Quais são as magnitudes que você acredita que podem ser medidas num pêndulo simples? 3) Quais são as diferenças entre os movimentos de um pêndulo simples e um carro que viaja somente numa direção?

Após pensar, responder e discutir as respostas, os alunos poderão começar o trabalho com o simulador, dando entrada ao momento 2 da sequência didática do professor.

Momento 2: Desenvolvimento da atividade

Neste momento do plano da aula, é importante que o professor apresente o simulador aos alunos nos termos como foi feito no começo desta seção. Depois desta apresentação, o professor deve comunicar aos alunos o propósito da atividade: determinar a aceleração da gravidade da terra de forma experimental. Para encontrá-la, deve-se utilizar a expressão $T = 2\pi \cdot \sqrt{l/g}$, na qual “ T ” representa o período de oscilação do pêndulo; “ l ” representa a longitude do pêndulo, cujo valor pode ser mudado pelos alunos no painel de controle quando eles quiserem; e “ g ” representa o valor da aceleração da gravidade. Colocando a expressão anterior em termos da aceleração da gravidade, obtém-se a expressão $g = 4\pi^2 \cdot l/T^2$, que comunica aos alunos a necessidade de medir a longitude e período de oscilação do pêndulo para realizar a atividade com sucesso. Além da longitude do

pêndulo, os alunos também podem modificar os valores da amplitude³ “*A*” do movimento oscilatório em estudo.

Nestas condições iniciais, os alunos devem medir o período de oscilação do pêndulo a partir do tempo que começa a transcorrer quando eles fazem click no botão *play* localizado no painel de controle, mantendo uma das duas variáveis (longitude e amplitude) fixas e mudando o valor da outra. Assim, um dos casos possíveis de trabalho dos alunos seria aquele no qual o valor da amplitude do pêndulo mantenha-se fixo e o valor da longitude vai mudando de acordo com a necessidade do experimento. Considerando esta situação, os alunos teriam que medir (no mínimo três vezes) o período do pêndulo com a ajuda de um cronômetro enquanto a menina balanceia-se na simulação, para um valor inicial da longitude do pêndulo de $l = 1,6 \text{ m}$. Os dados obtidos destas medições poderiam ser registrados numa tabela como a ilustrada a seguir (Tabela 2).

Tabela 2. Instrumento para a recolecção das medições dos alunos

		Período de oscilação			Média do período	Quadrado do período	Aceleração gravidade
		$T_1 = \frac{t_1}{10}$	$T_2 = \frac{t_2}{10}$	$T_3 = \frac{t_3}{10}$	$\bar{T} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$	\bar{T}^2	$g = 4\pi^2 \cdot \frac{l}{\bar{T}^2}$
Longitude do balanço	1,6						
	1,7						
	1,8						
	1,9						
							$\bar{g} =$

Fonte: Elaboração Própria

Na tabela 2, as expressões correspondentes ao período do pêndulo são iguais ao tempo “*t*” que transcorre enquanto a menina balanceia-se, dividido pelo número de oscilações que se efetuam ao longo do movimento (as quais poderiam ser 10). Após calcular a média dos valores do período do pêndulo e do seu quadrado, os alunos teriam que utilizar a expressão $g = 4\pi^2 \cdot l/T^2$ para obter o valor da aceleração da gravidade correspondente ao valor $l = 1,6 \text{ m}$. Este procedimento seria efetuado mais três vezes (para valores diferentes da longitude do pêndulo) até completar a tabela 2. Finalmente, os alunos teriam que calcular o valor médio da aceleração da gravidade, o qual deveria aproximar-se ao valor teórico conhecido sempre que as medições tivessem se realizado com o maior cuidado possível.

Após da atividade anterior os alunos teriam a oportunidade de compartilhar seus resultados, discutindo o porquê das diferenças entre os valores obtidos e as suas impressões em relação ao uso do simulador. Chegados a este ponto, a sequência didática entraria a seu terceiro e último momento.

³ No simulador, as variáveis *A* e *l* variam nos intervalos $0,5 \leq A \leq 1$ e $1,6 \leq l \leq 1,9$, respectivamente.

Momento 3: Perguntas para analisar

Neste último momento da sequência didática, o professor tem a oportunidade de pedir aos alunos para refletir e analisar algumas questões derivadas do experimento realizado por eles. Assim, algumas perguntas que poderiam colocar-se para a reflexão e análise seriam as seguintes: 1) O que aconteceu com os valores do período de oscilação à medida que você aumentou os valores da longitude do pêndulo? 2) Você pode estabelecer alguma relação entre ambas variáveis? Qual seria? 3) O que você acredita que aconteceria com os valores do período de oscilação se a amplitude do pêndulo fosse mudada como a sua longitude? 4) De que forma você usaria o simulador para dar resposta à pergunta anterior? 5) Que relação você pode estabelecer entre o gráfico x vs t do simulador e o movimento oscilatório da menina no balanço?

As possíveis respostas às perguntas anteriores poderiam permitir aos alunos aprofundar-se nos conceitos e nas relações entre as diferentes variáveis do estudo, assim como

estabelecer conexões entre as representações do movimento estudado, dando sentido ao gráfico cartesiano localizado no painel de controle.

Algumas das conclusões às quais os alunos poderiam chegar seriam as seguintes: 1) O valor da aceleração da gravidade " g " tende a ser o mesmo para qualquer valor da longitude ou amplitude do pêndulo; 2) Quanto maior seja a longitude do balanço, mais tempo a menina vai demorar para completar uma oscilação, podendo estabelecer uma relação de dependência entre as variáveis " T " e " l "; 3) O valor do período de oscilação é sempre o mesmo, independentemente do valor que tenha a amplitude do movimento; 4) Quando a menina alcança o "ponto máximo" no seu movimento, o gráfico cartesiano chega também a uma "altura máxima" (ver Figura 3a); 5) No instante no qual a menina passa pela "posição de repouso", o gráfico atravessa justamente o eixo x (ver Figura 3b) e ó) o gráfico do movimento oscilatório fica abaixo do eixo x quando a menina se dirige ao outro sentido do movimento (ver Figura 3c).

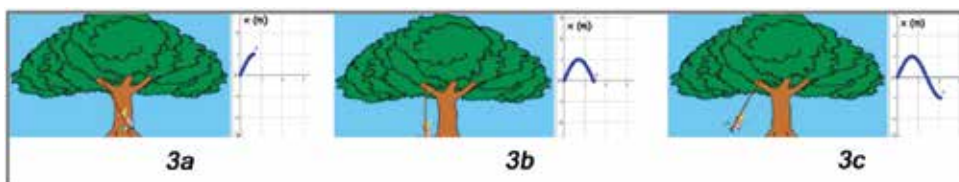


Figura 3. Relação entre as representações gráfica e pendular no simulador.

Fonte: Elaboração própria

Os simuladores apresentados como OA

A continuação estabelece-se as relações entre as características dos simuladores com o software GeoGebra apresentados e as características que definem a todo OA, considerando o referencial teórico exposto na segunda seção deste trabalho.

A definição de um OA que se assume neste trabalho é aquela que o considera como qualquer recurso virtual que pode ser usado e reutilizado para apoiar a aprendizagem, por meio de atividade interativa na forma de animações ou simulações (Kalinke et al., 2015). Considerando esta definição, é possível identificar nela certos aspectos que estão presentes nos simuladores apresentados. Em primeiro lugar,

os simuladores são recursos virtuais pelo fato de serem elaborados num *software* computacional ou aplicativo informático, como o GeoGebra. Em segundo lugar, e de acordo com o intuito pelo qual foram elaborados, nossos simuladores podem ser usados por qualquer professor de matemática ou física com interesse em integrar tecnologias digitais nas suas aulas para apoiar a aprendizagem dos seus alunos. Finalmente, e o fato mais claro neste ponto, os recursos digitais apresentados são OA elaborados na forma de simuladores com os quais os alunos podem realizar simulações relacionadas com determinado fenômeno físico por meio de atividades dinâmicas como foi apresentado.

Na tabela 3 pode-se observar as correspondências entre as características dos objetos de aprendizagem definidas e as próprias dos simuladores apresentados.

Tabela 3. Características dos OA nos simuladores com o *software* GeoGebra

Características dos OA	Simulador "Tiro livre de futebol"	Simulador "Pêndulo simples"
Expectativa de aprendizagem	Determinar a relação entre a velocidade e o deslocamento horizontal de uma bola chutada numa prática de tiro livre de futebol	Determinar a aceleração da gravidade da terra de forma experimental
Reutilização	Pode ser reutilizado em qualquer contexto pelo professor, tanto para fazer o experimento descrito no plano de aula como também abordar e aprofundar no tema de corpos cujo movimento tenha uma trajetória parabólica	Pode ser reutilizado em qualquer contexto pelo professor, tanto para fazer o experimento descrito no plano de aula como também abordar e aprofundar no tema de corpos cujo movimento no espaço é oscilatório
Facilidade de uso	O aluno somente tem que colocar as medidas que considere necessárias para o estudo e clicar no botão <i>play</i> para dar começo à simulação	
Interatividade	Com o uso de botões e outras funcionalidades dinâmicas do GeoGebra os simuladores feitos com o software consegue ter alguma interatividade com o sujeito	
Tempo de uso	Ambos simuladores podem ser usados num tempo de até duas aulas, de acordo com os planejamentos de aula descritos	
Acessibilidade	Atualmente, ambos simuladores estão disponíveis no repositório https://www.geogebra.org/materials da comunidade relacionada com o software GeoGebra, ao que pode-se acessar gratuitamente e quando o usuário deseje-o	
Autossuficiência	Não dependem de objetos externos para serem utilizados. Somente é preciso que o software GeoGebra esteja instalado no computador ou bem ter acesso à internet	
Transporte em mídias	Pelo fato de ser criados com o software GeoGebra, estes simuladores estão em formato .ggb, arquivo que pode ser salvados ou transportados em diversas mídias, como dispositivos pen-drives ou CDs, ou ser baixados da internet.	
Portabilidade	O GeoGebra é um software que funciona em muitos sistemas operacionais e desde na internet, por tanto, os simuladores feitos com GeoGebra tem uma grande portabilidade	
Modularidade	O assunto de modularidade vai depender da intenção do professor ao fazer o simulador com GeoGebra	
Metadados	Os simuladores com GeoGebra não tem metadados nos arquivos feitos com ele, mais quando os arquivos são colocados em o site de GeoGebra permite-se adicionar esses dados.	
Facilidade de uso	O aluno somente tem que colocar as medidas que considere necessárias para o estudo e clicar no botão "play" para dar começo à simulação	

Fonte: Elaboração própria

Pelas suas vantagens e características, usar esses simuladores como OA permitirá aos alunos fazer hipóteses e validá-las por descobertas de exploração e manipulação do simulador de um jeito mais dinâmico e interativo. Além disso, os simuladores permitiriam explorar de maneira dinâmica os conteúdos que o professor tem a intenção de ensinar e possibilitaria estabelecer vinculações entre as várias formas de representação dos conceitos, como foi descrito nos dois planejamentos de aula desenvolvidos anteriormente.

Considerações finais

Neste trabalho apresentaram-se dois simuladores elaborados com o *software* GeoGebra para a abordagem dos movimentos parabólico e harmônico simples, correspondentes ao nível de ensino fundamental e médio do Brasil. A apresentação consistiu em descrever os dois simuladores em termos das suas aparências, suas funcionalidades e das expectativas da aprendizagem que podem ser alcançadas com o seu uso, assim como também em descrever dois planejamentos de aula que ilustram maneiras possíveis ou hipotéticas de como esses simuladores poderiam ser usados em contextos específicos de aula. Ambos os planos foram concebidos para estruturar as aulas em três grandes momentos, através dos quais se possa realizar um estudo de cada conteúdo físico que permita aos alunos estabelecerem conexões entre o trabalho em lápis e folha e a TD usada.

A apresentação e descrição dos simuladores e seus modos de uso em aula permitem considerar estes recursos digitais como verdadeiros OA, segundo a perspectiva de Kalinke et al. (2015), na medida em que manifestam as características e qualidades outorgadas aos OA pela comunidade científica dedicada a seu estudo. Por esse motivo, considera-se que os simuladores podem ser usados por aqueles professores de matemática e ciências naturais que tenham interesse em integrar TD nas suas aulas com propósitos pedagógicos específicos. Por conseguinte, espera-se que

esses recursos, assim como os planejamentos de aula descritos, representem uma ajuda ou contribuição à prática desses sujeitos enquanto profissionais da educação.

Aliás, espera-se que os professores de matemática e ciências naturais que fazem o esforço de integrar TD nas suas aulas encontrem neste trabalho uma inspiração para elaborar os seus próprios simuladores computacionais, segundo a perspectiva dos OA e que os adaptem às suas necessidades pedagógicas e às necessidades de aprendizagem dos seus alunos. Para que o anterior possa acontecer, considera-se adequado que esses professores sejam convidados a participar em espaços de formação continuada que lhes permitam envolverem-se em atividades de reflexão e ação que visem desenvolver o conhecimento – matemático, instrumental e didático – necessário para elaborar e usar simuladores digitais como OA para o ensino da matemática e das ciências naturais.

Os OA em geral e os simuladores computacionais em particular representam um mundo aberto de possibilidades de criação, exploração e uso de materiais educativos enriquecedores na medida em que os professores de matemáticas e ciências naturais do século XXI encontram-se no dever de adaptar/transformar os seus métodos de trabalho em suas aulas para estar alinhados com as tendências educativas do momento histórico atual.

Referências

- Audino, D. F. e Nascimento, R. S. (2010). Objetos de aprendizagem: diálogos entre conceitos e uma nova proposição aplicada a educação. *Revista Contemporânea de Educação*, 5(10), 128-148. <https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/view/1620/1468>
- Ávila, B. G., Müller, T. J., Tarouco, L. M. R. e de Lima, J. V. (2013). Construção de objetos de aprendizagem a partir de um software de geometria dinâmica: uma proposta de capacitação para professores de matemática.

Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), 11(3), 1-10. <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/44422/28121>

- Baek, Y. (2009). Digital simulation in teaching and learning. Em D. Gibson, D. e Y. Baek (Org.), *Digital simulations for improving education: learning through artificial teaching environments* (pp. 25-51). USA: IGI Global.
- Barbosa, S. (2013). O software Geogebra e as possibilidades do trabalho com animação. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 2(1), 22-32. <https://revistas.pucsp.br/IGISP/article/view/12843/12201>
- Brasil (2017). *Base Nacional Curricular Comum – BNCC (Ensino Fundamental)*. Brasília: MEC. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79611-anexo-texto-bncc-aprovado-em-15-12-17-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192
- Castillo, L. A. e Prieto, J. L. (2018). El uso de comandos y guiones en la elaboración de simuladores con GeoGebra. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, (52), 250-262. <http://www.fisem.org/www/union/revistas/2018/52/aula1.pdf>
- Cervantes, A., Rubio, L. e Prieto, J. L. (2015). Una propuesta para el abordaje de la refracción y reflexión total interna utilizando el GeoGebra. *Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo*, 4(1), 18-28. <https://core.ac.uk/download/pdf/33253074.pdf>
- Clark, D.B., Nelson, B., Sengupta, P. e D'Angelo, C. (2009). *Rethinking science learning through digital games and simulations: Genres, examples, and evidence*. Trabalho apresentado em The National Research Council Workshop on Gaming and Simulations, October 6-7, Washington, DC. https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_080068.pdf
- De Azeredo, C. M., de Sousa, M. D., Batista, S. D. e Barcelos, G. T. (2013). Geometria fractal e progressões geométricas: análise de um simulador de fractais. *Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)*, 11(1), 1-10. Doi: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.41644>
- De Oliveira, I., Guimarães, S. e Andrade, J. (2012). As potencialidades do GeoGebra em processos de investigação matemática: uma análise do desenvolvimento de objetos de aprendizagem da EaD no ensino presencial. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 1(1), CCLXV-CCLXXIX. <https://revistas.pucsp.br/IGISP/article/view/9598/7161>
- Díaz-Urdaneta, S. e Rubio, L. (2016). Movimiento rectilíneo uniforme con GeoGebra. Un simulador para la enseñanza de la Física. Em J. L. Prieto e R. E. Gutiérrez (Comps.), *Memorias del II Encuentro de Clubes GeoGebra del Estado Zulia* (pp. 156-168). Maracaibo: A.C. Aprender en Red.
- Gallo, P. e Pinto, M. G. (2010). Professor, esse é o objeto virtual de aprendizagem. *Revista Tecnologias na Educação*, 2(1), 1-12. <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/07/Art2-vol2-julho2010.pdf>
- Gutiérrez, R. E., Prieto, J. L. e Ortiz, J. (2017). Matematización y trabajo matemático en la elaboración de simuladores con GeoGebra. *Educación Matemática*, 29(2), 37-68. Doi: 10.24844/EM2902.02

- Hohenwarter, J., Hohenwarter, M. e Lavicza, Z. (2009). Introducing dynamic mathematics software to secondary school teachers: The case of GeoGebra. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28(2), 135-146. https://archive.geogebra.org/static/publications/2009-Hohenwarter_Lavicza_IntroducingDynMathSoft-GeoGebra.pdf
- Homa, A. I. R. e Groenwald, C. L. O. (2016). Área de figuras planas com objetos de aprendizagem no GeoGebra. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 9(1), 123-147. Doi: 10.3895/rbect.v9n1.2000
- Kalinke, M. A., Derossi, B., Janegitz, L. E. e Ribeiro, M. S. N. (2015). Tecnologias e educação matemática: um enfoque em lousas digitais e objetos de aprendizagem. Em M. A. Kalinke e L. F. Mocrosky (Org.), *Educação matemática: pesquisas e possibilidades* (pp. 159-186). Curitiba: Ed. UTFPR.
- Kofman, H. (2000). Modelos y simulaciones computacionales en la enseñanza de la Física. *Revista Educación en Física*, 6, 13-22. <http://www.fiq.unl.edu.ar/galileo/download/documentos/modelos.pdf>
- Koper, R. (2003). Combining re-usable learning resources to pedagogical purposeful units of learning. Em A. Littlejohn (Org.) *Reusing online resources: a sustainable approach to eLearning* (Chapter 1, pp. 1-8). London: Kogan Page.
- Meneses, J., Fàbregues, S., Rodríguez-Gómez, D. e Ion, G. (2012). Internet in teachers' professional practice outside the classroom: examining supportive and management uses in primary and secondary schools. *Computers & Education*, 59(3), 915-924. Doi: 10.1016/j.compedu.2012.04.011
- Plass, J. L., Homer, B. D. e Hayward, E. O. (2009). Design factors for educationally effective animations and simulations. *Journal of Computing in Higher Education*, 21(1), 31-61. Doi: 10.1007/s12528-009-9011-x
- Pugnaroni, L. A. (2008). Los simuladores. El papel de la simulación en la ciencia. *Ciencia Hoy*, (105), 27-34.
- Rodríguez L. e Roggero, P. (2014) La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social. *Polis: Revista Latinoamérica*, 13(39), 417-440. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/polis/v13n39/art19.pdf>
- Rojano, T. (2014). El futuro de las tecnologías digitales en la educación matemática: perspectiva a 30 años de investigación intensiva en el campo. *Educación Matemática*, 25, 11-30. <https://www.redalyc.org/pdf/405/40540854002.pdf>
- Rubio, L., Prieto, J. L. e Ortiz, J. (2016). La matemática en la simulación con GeoGebra. Una experiencia con el movimiento en caída libre. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 2, 90-111. <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/1586/1320>
- Sabbatini, M. (2012). Reflexões críticas sobre o conceito de objeto de aprendizagem aplicado ao ensino de ciências y matemática. *Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana*, 3(3), 1-36. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/view/2189/1760>
- Sánchez, I. C. e Sánchez, I. V. (2016). Un ambiente de aprendizaje matemático en la elaboración del simulador "Ley de Coulomb" con GeoGebra. Em J. L. Prieto e R. E. Gutiérrez (Comps.), *Memorias del II Encuentro de Clubes GeoGebra del Estado Zulia* (pp. 209-223). Maracaibo: A.C. Aprender en Red.
- Santos, M. L. (2007). *Objetos e ambientes virtuais de aprendizagem no ensino de matemática: um estudo de caso para o estágio supervisionado de docência* (Dissertação de mestrado). Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo.
- Valim, E. R., Ribeiro, C. N., da Silva, M. N. e Cascaes, R. F. (2012). Elaboração e pro-

dução de objetos de aprendizagem para educação a distância na UnisulVirtual. *Cadernos Acadêmicos*, 4(2), 29-57. http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Cadernos_Academicos/article/view/1058/1275

Wiley, D. (2000). *The instructional use of learning objects*. <https://www.reusability.org/read/>

Para citar este artículo

Gutiérrez Araujo, R. E. Castillo Bracho, L. A. (2019). Simuladores com o *software* GeoGebra como objetos de aprendizagem para o ensino da Física. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (47), 201-216. <https://doi.org/10.17227/ted.num47-11336>