



Ministério da Educação – Brasil
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
Reg.: 120.2.095 – 2011 – UFVJM
ISSN: 2238-6424
QUALIS/CAPES – LATINDEX
Nº. 14 – Ano VII – 10/2018
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

Hélade, uma plataforma web que interage com o GeoGebra para uso no ensino de matemática e física

Prof^a Dr^a Deborah Faragó Jardim
Doutora em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo
Docente da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM
Teófilo Otoni - MG - Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7626923298872191>
E-mail: dfjardim@gmail.com

Anselmo Silva e Souza
Discente do curso de Ciência e Tecnologia
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM
<http://lattes.cnpq.br/3984385562312988>

Jaime Batista de Souza
Discente do programa de mestrado PROFMAT
Matemático do Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia da
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
<http://lattes.cnpq.br/3984385562312988>

Thâmara Vieira Nepomucena
Discente do curso de Ciência e Tecnologia
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM
<http://lattes.cnpq.br/0749470696531423>

Gleicielly Jesus Sá
Discente do curso de Ciência e Tecnologia
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM
<http://lattes.cnpq.br/9082041365331771>

Resumo: Este texto apresenta, como parte de um projeto de pesquisa em ensino, o desenvolvimento de uma plataforma de aprendizagem em ambiente web utilizando os recursos do software GeoGebra. A partir de um modelo anterior desenvolvido por alunos e professores para o ensino de Limites na disciplina Funções de Uma Variável, a plataforma foi desenvolvida como objetivo de aperfeiçoar o trabalho, mostrando as possibilidades que a interação do GeoGebra com recursos da web oferecem para criar um ambiente de aprendizagem dinâmico. O desenvolvimento da plataforma seguiu a metodologia adequada a projetos que buscam aplicações educativas como objetos de aprendizagem. O objetivo final é mostrar a plataforma como um espaço educacional virtual que permite o estudo de conteúdos de matemática e física.

Palavras-chave: Plataforma web. Geogebra. Cálculo. Física. Hólade.

Introdução

A utilização de *softwares* no ensino superior é uma realidade em diversas Faculdades e Universidades no país e no exterior. Docentes que ministram conteúdos curriculares considerados mais abstratos ou de difícil aprendizagem vem, cada vez mais, recorrendo ao uso da tecnologia computacional como forma de apoio pedagógico (PEREIRA, 2017; SILVA; JARDIM; CARIUS, 2016; JARDIM *et al*, 2017b; PEREIRA *et al*, 2017). A abordagem de conteúdos de matemática e física, por meio do uso de modelagens e simulações desenvolvidas a partir de *softwares* matemáticos, vem crescendo no meio acadêmico e esse recurso pode ser um grande aliado em sala de aula, em qualquer nível de ensino (JARDIM *et al*, 2017a; SOARES; CARMO, 2016; HOMA; GROENWALD, 2016).

Seja de forma passiva ou ativa, o uso da tecnologia em sala de aula é bastante aceito por parte dos estudantes, especialmente os mais jovens, uma vez que esta já faz parte do cotidiano das crianças e jovens (PEREIRA, 2017). Isso torna as aulas mais dinâmicas para esse público e, se bem aplicada, pode se tornar um recurso interessante e eficaz. Por outro lado, requer dos docentes habilidades para o uso dessa ferramenta e entendimento de uma base didática, para que não perca o caráter pedagógico que se deseja. Desse modo, seu objetivo final, isto é, o ensino-aprendizagem dos conceitos e conteúdos abordados, pode ser atingido.

A ideia de se desenvolver uma plataforma web capaz de interagir com o *software* matemático GeoGebra partiu da equipe de trabalho formada pelo Grupo de Estudos sobre *Softwares* no Ensino e Pesquisa (GESE) da UFVJM, ao observar que alunos do curso de Ciência e Tecnologia da UFVJM/TO (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Teófilo Otoni) demonstravam largo interesse pelas aulas quando se recorria ao uso de *softwares*. Questionários que os estudantes responderam em 2015, acerca do uso da modelagem ou de simulações em atividades de ensino nas unidades curriculares Funções de Uma Variável¹ (FUV) e

¹ Unidade curricular que promove o estudo de funções, introduzindo os conceitos do chamado cálculo diferencial e integral.

Fenômenos Mecânicos² (FM), que apontaram o GeoGebra como uma promissora ferramenta de apoio pedagógico.

Especialmente com respeito às aulas de FUV, por sugestão de estudantes, decidiu-se construir um modelo para ser utilizado nesta disciplina, que fosse capaz de estimular o usuário a encontrar a resposta correta para determinada questão, como se estivesse num jogo, mas sem perder a qualidade do conteúdo teórico que seria sua base. Desse modo, uma espécie de quiz foi desenvolvida no *software* GeoGebra, pela equipe do GESE (JARDIM *et al*, 2015), com o objetivo de explorar o conteúdo de Limites, que é abordado no início da maioria dos cursos de Cálculo I ou similares.

Posteriormente, analisando as potencialidades do uso de *softwares* no ensino, nos diferentes níveis e conteúdos, foi possível compreender que seria preciso olhar para essa ferramenta de maneira mais completa, profissional e pedagógica, surgindo daí a necessidade de se apresentar os modelos do GeoGebra desenvolvidos pelo GESE, até então de forma amadora, no formato de Objetos de Aprendizagem, tanto para FUV quanto para FM, ou outras disciplinas de base matemática. No caso de FM existe um trabalho, ainda em desenvolvimento, que pretende usar essa plataforma como base para a construção de um laboratório virtual de física, explorando, por meio das simulações, elementos que se observa nos laboratórios presenciais reais, mas tratando também de questões que a atividade experimental dificilmente contempla, como é o caso do estudo de vetores durante o movimento de projéteis.

O objetivo principal desse artigo é mostrar o desenvolvimento da plataforma web, em interação com o *software* GeoGebra, com seus objetivos, suas potencialidades e limitações. Além disso, pretende-se discutir acerca das dificuldades naturais inerentes ao desenvolvimento desse produto e sua possível contribuição no ensino dos conteúdos de interesse dos docentes.

1. Interação do GeoGebra com outras linguagens

O *software* GeoGebra é especialmente caracterizado por seu dinamismo, oportunizando a criação de diferentes modelos por meio de suas ferramentas, e pela possibilidade de interação com outras linguagens, como LaTeX, GGBScript, HTML e JavaScript. O GeoGebra é desenvolvido em Java, sendo compatível com os três sistemas operacionais mais utilizados, o Windows, o Linux e o MacOS. Ademais, existe o portal geogebra.org, que funciona como um repositório interativo, onde os materiais produzidos no *software* sob o formato de applets³ são compartilhados. Atualmente, o portal conta com mais de 700 mil applets disponíveis para o usuário.

O GeoGebra possui uma vasta gama de ferramentas que auxiliam nas construções de modelos, além de comandos próprios que executam as funções das ferramentas podendo ser utilizados através do Campo de Entrada ou nas propriedades de um elemento da construção. Além disso, esse *software* possui

² Denominação dada à disciplina comumente chamada de Física I, que trata de assuntos de cinemática e dinâmica estudados na física clássica.

³ Os Applet's são "programas escritos em Java, usualmente incorporados em páginas web" (DEITEL; DEITEL, 2011, p.942).

comandos de condição que auxiliam na construção de modelos capazes de interagir de forma mais dinâmica com o usuário, como por exemplo, permitir que a próxima pergunta só apareça caso o estudante acerte a questão anterior. Esses comandos auxiliam na construção de modelos de jogos, dentre outras diversas possibilidades.

Dentro das construções do GeoGebra é possível utilizar dois tipos de linguagens de programação, sendo elas a chamada GGBScript, ou código GeoGebra, e JavaScript. A primeira, GGBScript, é uma linguagem própria do GeoGebra, que possibilita manipular o modelo, acrescentando ou removendo elementos e até alterando propriedades de componentes existentes. Já a linguagem JavaScript, segundo Bortolossi (2012, p.3) “[...] permite modificar e integrar, de forma dinâmica, o conteúdo e a aparência dos vários elementos que compõem o documento.” Ambas são linguagens de scripting⁴, ou seja, uma linguagem de programação utilizada no interior de um programa ou dentro de outra linguagem de programação.

A utilização dos scripts no GeoGebra é feita através das propriedades de um elemento na aba “Programação”. É possível fazer o elemento executar o código de três formas distintas: ao clicar, atualizar ou na utilização do JavaScript Global. Usando o modo “ao clicar no elemento”, o código inserido será executado apenas quando o usuário clicar no respectivo elemento. Através deste método é possível utilizar tanto o GGBScript quanto o JavaScript. Ao inserir o código na aba “ao atualizar”, o(s) comando(s) será(ão) executado(s) apenas quando o valor ou as propriedades do elemento correspondente forem alteradas. Nesta aba também é possível a utilização das duas linguagens. No terceiro método, o JavaScript Global, o código deve ser escrito na linguagem JavaScript. Este método pode ser utilizado para executar comandos assim que o modelo for aberto, ou pode conter comandos que serão ativados apenas quando algo definido pelo usuário acontecer na construção, como por exemplo, mostrar uma mensagem quando o usuário criar um objeto qualquer.

Outra possibilidade é implementar o GeoGebra em documentos HTML através de applets, utilizando modelos prontos que estejam no repositório do GeoGebra. Para realizar esta ligação utiliza-se o JavaScript. Com alguns comandos específicos pode-se adicionar o material desejado do GeoGebra ao arquivo HTML, de maneira que o usuário possa interagir diretamente com o modelo. Pode-se ainda interligar ferramentas do arquivo HTML com comandos do GeoGebra, através do JavaScript, de modo que as propriedades do modelo serão alteradas quando o usuário manipular essas ferramentas HTML. Adicionar um applet do GeoGebra a um arquivo HTML é altamente vantajoso, pois a experiência que se transmite ao usuário vai além do que o GeoGebra proporciona, seja simplesmente pelo aperfeiçoamento do aspecto visual, seja pelo acréscimo de ferramentas que estarão à disposição.

Por todas as características apresentadas e discutidas anteriormente, a interação do GeoGebra com outras linguagens, como forma de dar uma roupagem mais didática aos modelos criados, bem como de ampliar os recursos de utilização da ferramenta, se mostrou altamente desejável pela equipe do GESE. Desse modo, fundamentando-se, em parte, na metodologia de concepção e desenvolvimento de

⁴ Scripts são sequências de comandos que são executados um após o outro, utilizando uma linguagem de scripting.

aplicações educativas proposta por Amante e Morgado (2001), desenvolveu-se a plataforma web e seu primeiro conteúdo para aplicação dos conceitos de Limite em Cálculo I, na unidade curricular Funções de Uma Variável, e posteriormente outros conteúdos foram acrescentados.

2. Metodologia para o desenvolvimento da Plataforma

O produto desenvolvido aqui segue as quatro fases propostas por Amante e Morgado (2001) quanto a tipos de projeto que visam ao desenvolvimento de aplicações educativas como objetos de aprendizagem. As etapas, conforme as autoras, são denominadas de (1) Concepção do Projeto; (2) Planificação; (3) Implementação e (4) Avaliação. A Figura 1 apresenta o detalhamento dessas etapas, na forma de um diagrama, com as sequências de atividades para o desenvolvimento dessa plataforma.

Parte da tarefa da concepção, planejamento e implementação desse projeto esteve pautada no modelo quiz desenvolvido pela equipe do GESE, com o objetivo de estudar conceitos de existência dos limites, limites laterais, assíntotas e continuidade. Esse modelo inicial, fato gerador do trabalho ora proposto, está melhor detalhado na publicação de Jardim et al. (2015).

Nas seções abaixo a metodologia de desenvolvimento da plataforma em questão será melhor minudenciada, adequando-se as quatro etapas de sistematização às suas respectivas atividades de construção e finalização.

Figura 1: Diagrama das etapas para o desenvolvimento da plataforma.



Fonte: Adaptado de Amante e Morgado (2001)

3. Concepção e delineação do projeto

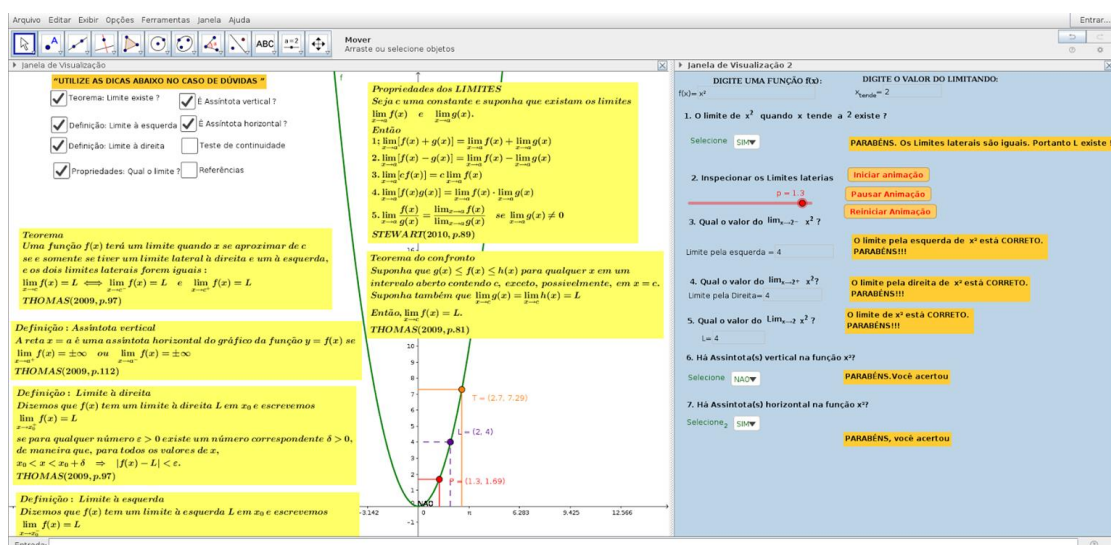
A primeira etapa para o desenvolvimento da plataforma web consistiu na reflexão a respeito da forma como o produto seria feito e os objetivos pedagógicos que se pretendia alcançar. Em linhas gerais, trata-se de um primeiro planejamento, divisão das tarefas do grupo de trabalho e discussão acerca do que se espera obter como produto final para fins educacionais.

3.1 Tarefas iniciais para o desenvolvimento do projeto

Parte das atividades que compõem esse trabalho tiveram seu início com a construção do modelo quiz para o estudo de Limites. O GESE foi dividido em dois grupos, de modo que uma parte da equipe ficou responsável pelas tarefas que envolviam o GeoGebra e os membros restantes se ocuparam da programação, relacionando esse *software* com as linguagens JavaScript e HTML que seriam utilizadas na construção da plataforma.

A ideia original se pautou no fato de que o GeoGebra não seria dotado de todas as ferramentas necessárias para se criar um espaço adequado ao que se pretendia. Entretanto, um ambiente web poderia complementar a tarefa, dando o aspecto visual apropriado e otimizando os recursos computacionais. Por exemplo, com o uso da plataforma web seria possível despoluir a tela de trabalho e permitir que caixas de texto surgissem a partir da escolha do usuário, sem que outras informações dominassem a apresentação e comprometessem a qualidade dos conceitos explorados. A Figura 2 apresenta a tela do quiz desenvolvido no GeoGebra e utilizado como ferramenta pedagógica no ensino de Limites em FUV. É possível observar o comprometimento das informações de texto e da visualização do gráfico num mesmo instante.

Figura 2: Janelas de visualização do quiz sobre limites construído no GeoGebra



Fonte: GESE

O formato quiz produzido no GeoGebra precisaria contemplar a relevância pedagógica do tema estudado, tendo o cuidado de não viciar o estudante no uso da tecnologia, bem como evitar que o estudo se tornasse algo mecânico e acabasse por corroborar com a 'preguiça mental' que os jovens tem apresentado ultimamente (JARDIM et al., 2017). Além disso, é preciso comentar que o recurso tecnológico descrito aqui não pretende se tornar uma ferramenta para resolução de exercícios e sim explorar o conhecimento do aluno acerca do conteúdo e contribuir com sua aprendizagem.

Apesar da plataforma ser desenvolvida tomando como base o estudo de Limites do antigo quiz, era desejo do GESE que no planejamento estivesse contemplada a possibilidade de sua extensão para outras atividades de FUV, bem como de FM, de forma relativamente simples. Por essa razão, seria necessário compreender profundamente como se daria a interação do GeoGebra com as outras linguagens utilizadas e propor um roteiro com as sequências adotadas no desenvolvimento. Desse modo, estudos exaustivos a respeito da forma como o *software* se relacionaria com as linguagens Java e HTML foram realizados pela equipe responsável pela programação.

3.2 Elementos pedagógicos que delineiam o produto final

Diferentes elementos pedagógicos foram observados no curso do desenvolvimento do projeto. Em especial, a forma de apresentação do novo recurso, com o melhoramento do aspecto visual e a maior adequação das funções do GeoGebra na tela, já seria um ganho no que se refere à profissionalização da ferramenta de caráter pedagógico.

Outra questão importante de se observar é a necessidade que se tinha de manter, e melhorar, as caixas de texto que continham informações teóricas exibidas na tela quando o usuário considerasse necessário. Isto evitaria que o estudante seguisse respondendo incorretamente as questões sem o comprometimento com a atividade e permitiria que o conteúdo teórico a respeito de seu erro lhe fosse oferecido como forma de relembrar os conceitos estudados na disciplina. Desse modo, o recurso tecnológico não 'atropelaria' os conceitos e a importância de seu estudo, mas poderia contribuir com a qualidade de sua aprendizagem.

Na construção dos modelos de estudo para utilização em FUV e FM, a equipe do GESE sempre se preocupou com a qualidade do ensino e da aprendizagem. Por essa razão, o grupo trabalha com diferentes metodologias de pesquisa e de ensino. Em especial pode-se citar a engenharia didática (ARTIGUE, 1996), uma metodologia de pesquisa que, dentre outras coisas, visa investigar a forma de ensinar certo conteúdo em sala de aula, resguardando as especificidades dos alunos e da estrutura física onde as atividades de ensino ocorrem. Nesse sentido, o desenvolvimento desta plataforma faz parte de decisões tomadas ao longo de sucessivos processos de reflexão do GESE, acerca de análises preliminares, conforme sugere a engenharia didática, e com base no que propõe a teoria da transposição didática (CHEVALLARD, 1988) quanto à roupagem didática dada a certo conteúdo explorado pelo docente em sala de aula.

4. Planejamento ou Planificação

4.1 Levantando e organizando os dados para a construção da plataforma

Para a concepção da plataforma foram aproveitadas as perguntas elaboradas para o quiz desenvolvido no GeoGebra, conforme apresentado na Figura 2. As perguntas nesse quiz procuraram explorar os principais conceitos de limites abordados na disciplina de FUV, no intuito de auxiliar o estudante, por meio da visualização gráfica, a responder perguntas que ele geralmente encontra em atividades dos livros didáticos e exemplos em sala de aula. As questões abordaram a existência ou não do limite, o valor dos limites laterais e do limite da função e a existência ou não de assíntotas e continuidade. Todas as perguntas apresentadas no modelo podem ser respondidas por meio do conteúdo apreendido em sala de aula, da visualização gráfica da função estudada e dos textos auxiliares.

O passo final dessa etapa consistiu na escolha do nome do aplicativo web, que ficou denominado por Plataforma Hélade⁵.

4.2 Macro-estrutura, desenho da interface e forma de navegação

Um dos principais motivos de levar o quiz criado no GeoGebra para o ambiente web foi melhorar a apresentação visual e explorar outros elementos na modelagem. Isto, somado ao fato de que o quiz não se adaptava a diferentes tamanhos de monitores, levou o grupo de trabalho a escolher um *template* responsivo para ser a base da Plataforma Hélade, considerando que eles atendem esse requisito, reorganizando a sua estrutura para uma melhor apresentação ao usuário.

O template escolhido foi o 'Phantom', desenvolvido e disponibilizado gratuitamente no site html5up.net sob a licença Creative Commons Attribution 3.0, que permite editá-lo e distribuí-lo com qualquer finalidade, contanto que seja dado crédito ao desenvolvedor. Após essa escolha foram removidas todas as estruturas e páginas que seriam desnecessárias para a plataforma, decidindo por uma estrutura simples contendo um cabeçalho, menu e um frame para apresentar as etapas do quiz e a janela do GeoGebra.

O aspecto da plataforma está apresentado na Figura 3, onde se observa uma tabela, à esquerda, na qual se encontram as funções que o usuário pode selecionar para proceder seu estudo, além da própria janela de visualização do GeoGebra, à direita.

⁵ O nome dado à Plataforma é uma alusão à "Hélade", uma antiga região assim denominada e que hoje é conhecida como Grécia, tendo sido considerada o berço da cultura e do conhecimento.

Figura 3: Janelas de visualização do quiz construído no GeoGebra

PLATAFORMA HÉLADE

QUIZZES MATEMÁTICA

Limite

Escolha a função e clique em avançar.

#	Limite	#	Limite
01 ☐	$\lim_{x \rightarrow 1} x + 2$	11 ☐	$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{x} - 1}{x - 1}$
02 ☐	$\lim_{x \rightarrow 1} 2x + 1$	12 ☐	$\lim_{x \rightarrow 0} \sin(x)$
03 ☐	$\lim_{x \rightarrow 0} 3x + 1$	13 ☐	$\lim_{x \rightarrow 1} \begin{cases} \frac{x^2-1}{x-1} & \text{se } x \neq 1 \\ 3 & \text{se } x = 1 \end{cases}$
04 ☐	$\lim_{x \rightarrow 2} x^2 + 1$	14 ☐	$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\sqrt[3]{x} - \sqrt[3]{2}}{x - 2}$
05 ☐	$\lim_{x \rightarrow 1} \sqrt{x}$	15 ☐	$\lim_{x \rightarrow 10} 5$
06 ☐	$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 + x}{x + 3}$	16 ☐	$\lim_{x \rightarrow 0} 2 \sin(x - 1)$
07 ☐	$\lim_{x \rightarrow 2} \sqrt[3]{x}$	17 ☐	$\lim_{x \rightarrow \pi} \sqrt{7 + \sec^2 x}$
08 ☐	$\lim_{x \rightarrow 0} \sqrt{x} + x$	18 ☐	$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2 + 3x - 1}{x^2 + x}$
09 ☐	$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 4}{x - 2}$	19 ☐	$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2}{1 + x}$
10 ☐	$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2 + x}{x}$	20 ☐	$\lim_{x \rightarrow 2} \begin{cases} x^2 & \text{se } x > 2 \\ -x - 1 & \text{se } x \leq 2 \end{cases}$

AVANÇAR

Geogebra

*Utilize o botão esquerdo do mouse para arrastar a página e o botão de rolagem para dar zoom.

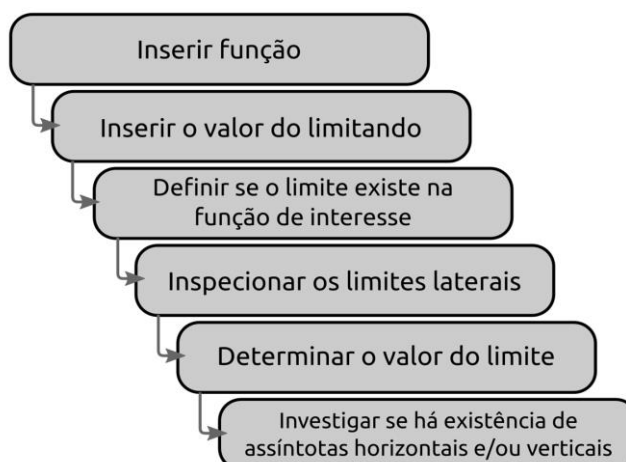
Fonte: GESE (2017)

5. Implementando a Plataforma

5.1 Conectando o GeoGebra com as linguagens Java e HTML

O modelo primário do quiz apresentava as etapas mostradas na Figura 4. A primeira ação do usuário seria a inserção da função a ser trabalhada, que deveria ser fornecida convenientemente pelo docente. Os passos seguintes explorariam os conteúdos estudados na disciplina de FUV, relativamente ao tópico “Limites”.

Figura 4: Etapas do funcionamento do primeiro modelo do quiz no GeoGebra.



Fonte: GESE (2017)

Para a adaptação à plataforma Hélade foi criado um applet em branco e postado no repositório do GeoGebra com o nome “Branco” e ID jWWuNUug. Esse objeto foi vinculado ao código fonte da plataforma através da linha de comando apresentada na Figura 5.

Figura 5: Linhas de comando para vincular a plataforma ao *applet* do repositório do GeoGebra

```
<script type="text/javascript">
var applet1 = new GGBApplet({material_id: "jWWuNUug", width: 600, height: 600}, true);
window.onload = function () {
  applet1.inject('applet_container1', 'preferHTML5');
}
</script>
```

No código fonte da Plataforma Hélade, o applet do GeoGebra foi vinculado ao ID “ggbApplet”. Desta forma, qualquer comando relacionado ao applet deve ser chamado por esse ID, como se observa na Figura 6, em todas as suas linhas de comando.

5.2 Inserindo os comandos básicos e desenvolvendo a plataforma

Com o uso do comando *evalCommand* foi possível executar no GeoGebra as funções determinadas para responder o quiz. A Figura 6, por exemplo, apresenta as linhas de comando necessárias para que o gráfico da função selecionada pelo usuário seja plotado na tela. Vale ressaltar que todos os comandos do GeoGebra devem ser utilizados em inglês.

Outros comandos também foram utilizados, como `getValue`, que atribui um valor numérico para uma variável JavaScript, o `getValueString`, que converte um valor numérico do GeoGebra para uma variável em forma de texto e os comandos `getXcoord` e `getYcoord`, que copiam as coordenada x e y de um elemento para uma variável.

Figura 6: Linhas de comando para plotar o gráfico da função no GeoGebra.

```
document.ggbApplet.evalCommand('f(x)='+funcao);
document.ggbApplet.evalCommand('xtend =' +limitando);
document.ggbApplet.evalCommand('P = (xtend,f(xtend))');
document.ggbApplet.evalCommand('a = Segment[(0,y(P)),P]');
document.ggbApplet.evalCommand('b = Segment[(x(P),0),P]');
document.ggbApplet.evalCommand('SetLineStyle[a,2]');
document.ggbApplet.evalCommand('SetLineStyle[b,2]');
document.ggbApplet.evalCommand('SetPointSize[P,5]');
document.ggbApplet.evalCommand('ShowLabel[P, true]');
```

A linguagem HTML é responsável pelo corpo base da plataforma, desde os textos até a posição de cada elemento na tela. Neste desenvolvimento foram utilizados diversos comandos para estas finalidades, como a tag `div`, mostrada na Figura 7, que serve para organizar os elementos e alterar suas características. Pode-se notar que a tag `div` foi utilizada para a criação do campo contendo as opções “Sim”, “Não” e “Não sei”, presentes em algumas perguntas do quiz.

Figura 7: Linhas de comando das opções de resposta

```
<div id="pergunta1" style="display: none;">
  <div class="radio">
    <label>
      <input type="radio" name="optionsRadios" id="optionsRadios1" value="option1" onclick="opcao1()">
      Sim
    </label>
  </div>
  <div class="radio">
    <label>
      <input type="radio" name="optionsRadios" id="optionsRadios2" value="option2" onclick="opcao2()">
      Não
    </label>
  </div>
  <div class="radio">
    <label>
      <input type="radio" name="optionsRadios" id="optionsRadios3" value="option3" onclick="opcao3()">
      Não sei
    </label>
  </div>
</div>
```

Ainda na Figura 7, é possível notar a utilização de atributos, como o atributo `id`, responsável, neste caso, por associar a `div` com o identificador `pergunta1`, que foi utilizado para fazer alterações nesta `div` através de funções criadas em JavaScript.

Já o atributo `style`, com a informação `display:none`, indica que esta div está inicialmente oculta na página. Esta condição pode ser alterada através de funções mudando esta informação para `display:block`. O JavaScript foi utilizado para criar as funções responsáveis por alterar os aspectos da página e executar comandos interativos.

Para uma melhor apresentação visual da plataforma foi utilizado o MathJax. Trata-se de “uma engine JavaScript para exibição de símbolos matemáticos produzidos pelo LaTeX e MathML, ou seja, é uma ferramenta que possibilita a exibição de símbolos matemáticos em páginas web”. (ROCHA *et al*, 2012, p.2). A Figura 8 mostra a tela com as linhas de comando para adicionar essa ferramenta.

Figura 8: Linhas de comando para adicionar o MathJax à plataforma.

```
<script type="text/javascript" async
  src="https://cdn.mathjax.org/mathjax/latest/MathJax.js?config=TeX-MML-AM_CHTML">
</script>
<script type="text/x-mathjax-config">
  MathJax.Hub.Config({
    CommonHTML: {
      scale: 100
    }
  });
</script>
```

Para direcionar melhor o estudo de Limites foi adicionada na Plataforma Hélade uma tabela contendo vinte funções e limitandos predefinidos, como se observa na Figura 9, abordando diferentes situações para que o usuário possa analisar. Nesta tabela é necessário apenas clicar na função que desejar para iniciar a atividade. Ao selecioná-la, as variáveis “função” e “limitando”, criadas a partir do JavaScript na página, recebem os valores da função correspondente e são ativados os comandos apresentados na Figura 6.

Com isso, o gráfico é plotado juntamente com o ponto a ser analisado nessa atividade, além de linhas tracejadas que ligam o ponto ao seu domínio e imagem para possibilitar o auxílio visual. Além disso, outra variável “func” recebe o código LaTeX da função selecionada para ser utilizada nas etapas seguintes do quiz.

Figura 9: Imagem da Plataforma Hélade com a 4ª função da tabela sendo selecionada.

Escolha a função e clique em avançar.

#	Limite	#	Limite
01 ☐	$\lim_{x \rightarrow 1} x + 2$	11 ☐	$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{x} - 1}{x - 1}$
02 ☐	$\lim_{x \rightarrow 1} 2x + 1$	12 ☐	$\lim_{x \rightarrow 0} \sin(x)$
03 ☐	$\lim_{x \rightarrow 0} 3x + 1$	13 ☐	$\lim_{x \rightarrow 1} \begin{cases} \frac{x^2-1}{x-1} & \text{se } x \neq 1 \\ 3 & \text{se } x = 1 \end{cases}$
04 ☒	$\lim_{x \rightarrow 2} x^2 + 1$	14 ☐	$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\sqrt[3]{x} - \sqrt[3]{2}}{x - 2}$
05 ☐	$\lim_{x \rightarrow 1} \sqrt{x}$	15 ☐	$\lim_{x \rightarrow 10} 5$
06 ☐	$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 + x}{x + 3}$	16 ☐	$\lim_{x \rightarrow 0} 2 \sin(x - 1)$
07 ☐	$\lim_{x \rightarrow 2} \sqrt[3]{x}$	17 ☐	$\lim_{x \rightarrow \pi} \sqrt{7 + \sec^2 x}$
08 ☐	$\lim_{x \rightarrow 0} \sqrt{x} + x$	18 ☐	$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2 + 3x - 1}{x^2 + x}$
09 ☐	$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 4}{x - 2}$	19 ☐	$\lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^2}{1 + x}$
10 ☐	$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2 + x}{x}$	20 ☐	$\lim_{x \rightarrow 2} \begin{cases} x^2 & \text{se } x > 2 \\ -x - 1 & \text{se } x \leq 2 \end{cases}$

AVANÇAR

Geogebra

*Utilize o botão esquerdo do mouse para arrastar a página e o botão de rolagem para dar zoom.

Fonte: GESE (2017)

Na Figura 10 é possível ver o trecho do código referente à quarta função da tabela. A tag `<td>` é utilizada para demarcar as células de uma tabela e nota-se que esta tag foi aberta e fechada duas vezes, uma para conter o número da função e o botão para selecioná-la, e a outra para mostrar em código LaTeX o limite correspondente. Foram utilizados *inputs* do tipo *radio* para cada função da tabela, de forma que quando o usuário clicar, a função já é plotada na janela de visualização do GeoGebra. Desse modo, não é necessário recarregar a página caso o usuário queira escolher outro limite. Ao clicar no *input*, a função “*escolhendofuncao*” é ativada através do evento *onclick*, e esta função é responsável por atribuir os valores às variáveis “função”, “limitando” e “func”.

Figura 10: Código de seleção da 4ª função da tabela

```
<td>04<input type="radio" name="optionsRadios" id="funcao04" value="option2"
onclick="escolhendofuncao('x^2+1','2','x^2+1')"><label for="funcao04"></label>
</td>
<td><font size="4">\( \displaystyle \lim_{x \rightarrow 2} x^2 + 1 \)</font></td>
```

Após ser selecionada a função, o usuário clica em um botão “Avançar” e é levado para a primeira pergunta do quiz: “O limite existe?”. Três opções para marcar como resposta estão disponíveis: “Sim”, “Não” e “Não sei”. Para as duas primeiras opções, é analisado se o limite inferior e o limite superior são iguais, através de comandos no GeoGebra. Caso o usuário erre a resposta ou selecione a opção “Não sei”, textos informativos podem aparecer na tela com as definições formais do objeto em estudo.

Além disso, como ferramenta pedagógica, é apresentada uma lista de videoaulas sobre o assunto, disponíveis no YouTube e escolhidas pelos docentes e pelo grupo de pesquisa, de modo que ele possa assistir aos vídeos sem ter que sair da página. Isso permite uma maior interação entre a plataforma e o estudante, onde ele terá em um mesmo ambiente mais de uma ferramenta auxiliar aos seus estudos, ou seja, os vídeos e a plataforma. Isso é feito através de um *iframe* que o próprio YouTube disponibiliza para cada vídeo.

A tela visualizada pelo usuário, quando este escolhe a opção “Não sei”, está apresentada na Figura 11. À esquerda é apresentada uma relação com os conteúdos abordados na disciplina. Cada assunto, quando o aluno clica, apresenta o texto explicativo ou a opção do vídeo. Em qualquer momento o usuário pode retornar das videoaulas ou dos textos explicativos para a tela da pergunta e seguir no estudo, avançando no quiz.

Na segunda etapa do quiz o usuário pode inspecionar os limites laterais através de pontos deslizantes sobre a curva da função. Esses pontos podem ser controlados por meio de um controle deslizante na página, criado com a *tag input*, com o uso do atributo *type* possuindo o valor *range*. As etapas seguintes do quiz foram criadas de maneira análoga à primeira, onde são feitas algumas perguntas acerca do valor dos limites laterais e do valor do limite da função.

A Figura 12, por exemplo, mostra a tela que o usuário observa quando está procedendo a análise do limite lateral da função, pela esquerda, onde ele deverá preencher o espaço em branco ou, se for o caso, escolher uma das opções disponíveis nos botões de acesso fácil.

As perguntas seguintes buscam investigar se na função analisada existem assíntotas verticais e horizontais. O GeoGebra possui o comando Assíntota, onde é retornada uma lista contendo o valor das assíntotas verticais, horizontais e oblíquas. Para a análise das assíntotas de interesse foi utilizado o comando no GeoGebra e os elementos da lista obtida foram armazenados em variáveis na forma de *string*, ou seja, em forma de texto. Sabendo que as assíntotas verticais são definidas por $x=a$ e as horizontais por $y=b$, sendo a e b números reais, foi preciso apenas analisar a *string* em busca das letras x e y .

Figura 11: Imagem da Plataforma Hélade com as opções de estudo dos conteúdos para o caso da opção de resposta ser “Não sei”.

Limite selecionado:

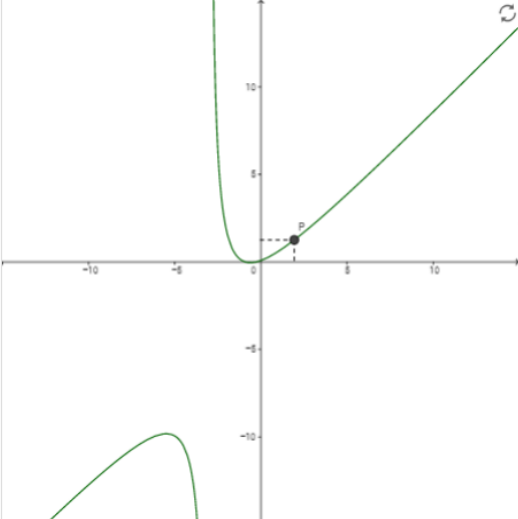
$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 + x}{x + 3}$$

Para entender melhor os conceitos de Limite, assista aos vídeos abaixo e/ou consulte os textos informativos:

- [1 - Noção Intuitiva de Limite](#)
- [2 - Definição formal de Limite](#)
- [3 - Limites Laterais](#)
- [4 - Limites e Continuidade](#)
- [5 - Limites Infinitos](#)
- [6 - Limites no Infinito](#)
- [7 - Limites Trigonométricos](#)
- [8 - Limites Exponenciais](#)

ENTENDI

Geogebra



*Utilize o **botão esquerdo** do mouse para arrastar a página e o **botão de rolagem** para dar zoom.

Fonte: GESE (2017)

Figura 12: Imagem da Plataforma Hélade com a pergunta 3 do quiz.

QUIZZES MATEMÁTICA

Limite

Limite selecionado:

$$\lim_{x \rightarrow 2^-} \sqrt[3]{x}$$

3 - Qual o valor do $\lim_{x \rightarrow 2^-} \sqrt[3]{x}$?

(Atenção: limite pela esquerda)
Digite o valor

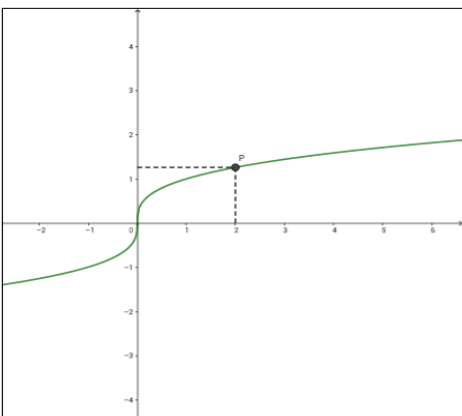
-∞

+∞

≠

Digite o valor do limite lateral esquerdo na caixa acima e pressione "Enter" ou utilize os botões auxiliares.

Geogebra



*Utilize o **botão esquerdo** do mouse para arrastar a página e o **botão de rolagem** para dar zoom.

Fonte: GESE (2017)

Por fim, é feita uma pergunta sobre a continuidade da função no ponto analisado, onde são verificados os valores dos limites superior e inferior além do valor da imagem da função no ponto. Estes valores são obtidos no GeoGebra através dos comandos `LimitAbove` e `LimitBelow`, responsáveis pelos valores dos limites laterais, e o valor da imagem é obtido através da própria definição da função $f(x)$. Estes três valores são, então, comparados, pois a função só é contínua no caso em que os três coincidem. Desta forma, é possível analisar se a resposta do usuário está correta.

Depois de concluir e acertar todas as etapas, o usuário escolhe outra função para analisar, caso queira, iniciando assim um novo estudo.

6. Avaliação da Plataforma

O desempenho da Plataforma Hélade foi testado por alunos, de forma aleatória, onde foi possível verificar seu funcionamento. Docentes que ministram aula de matemática e física na UFVJM/TO também foram consultados, alguns tendo apresentado sugestões que tornam viáveis projetos futuros com a construção de modelos de simulação. De modo geral, todas as funcionalidades que se pretendia explorar com a construção da Hélade para o modelo do quiz de cálculo foram exploradas. Posteriormente, com o avanço dos trabalhos, um versão preliminar de um laboratório virtual incorporado à Hélade para atividades de física também foi testado. O resultado agradou docentes da área e esta já está em desenvolvimento pelo grupo.

Testes avaliativos com objetivos pedagógicos não foram realizados neste trabalho, pois acredita-se que haja necessidade da participação do docente responsável pela disciplina no processo, e dos respectivos estudantes, o que não está no escopo dessa pesquisa, de forma análoga ao que se observa no artigo de Leandro et al (2016). Nesta publicação os pesquisadores afirmam “[...] que a avaliação de um Objeto de Aprendizagem se dá pelo uso de professores e alunos nas salas de aula” e sugerem a leitura de um texto como complementação ao assunto.

Apesar de a plataforma ser desenvolvida num ambiente *web*, que possibilita um aspecto visual mais convidativo, é necessário entender que o GeoGebra se encontra como uma ferramenta de fundo e, portanto, o funcionamento da plataforma vai depender das limitações do GeoGebra para o que se pretende explorar. Por exemplo, a diferenciação dos tipos de assíntotas existentes para certa função, uma necessidade apontada pelo professor de FUV, se mostrou desafiadora no projeto primário. Foi necessário encontrar uma forma de diferenciar assíntotas verticais e horizontais para que se pudesse trabalhar essas duas, excluindo a análise das assíntotas oblíquas, que nem sempre são tratadas nas disciplinas de Cálculo I. Para resolver esta dificuldade utilizou-se como auxílio o JavaScript através do método `match()`. Desta maneira foi possível avaliar se a assíntota possui as letras x ou y em sua lei de formação, pois esta é uma forma de diferenciar os tipos de assíntotas.

O modelo quiz primário, agora incorporado pela plataforma, apresenta limitações de uso quanto à liberdade de escolha de uma função qualquer pelo

usuário. Por exemplo, funções trigonométricas, por sua periodicidade e existência de várias assíntotas, não são tratadas no modelo. Até o momento não foi possível resolver essa questão, obrigando sua adaptação para um novo formato, onde o usuário deve escolher uma dentre todas as funções disponíveis, que foram testadas e funcionaram perfeitamente no estudo que se pretendia. As funções escolhidas e os textos explicativos foram retirados de dois dos livros mais utilizados comumente em cursos de Cálculo I, ou seja, Stewart (2009) e Guidorizzi (2001).

A ideia de vincular a apresentação de nova pergunta somente após a resposta correta da questão anterior obriga o aluno a compreender o que está sendo abordado, evitando que a dúvida acerca do assunto permaneça. Assim, as questões seguintes somente são liberadas mediante a resolução correta da anterior, sendo possível uma nova tentativa após os recursos pedagógicos dos textos explicativos e/ou das aulas em vídeo sugeridas. Isso faz com que o estudante passe por um processo de reflexão na reconstrução de um entendimento equivocado ou na complementação de sua aprendizagem para um conceito que ainda não estava definido.

Figura 13: Imagem da Plataforma Hélade em atividade de física - versão preliminar de teste, ainda necessitando de ajustes.


ATIVIDADES FÍSICA

Modelo de Estática

1º Escolha as condições

Ângulo = 30°

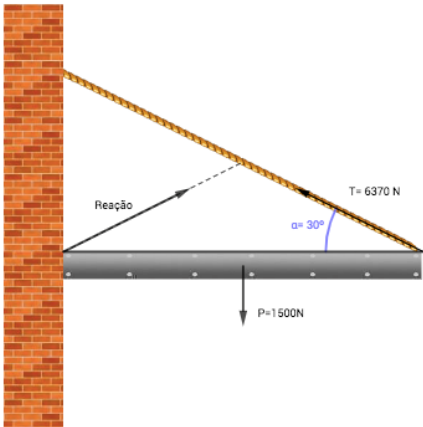
Escolha o material do cabo:

#	Material	Tensão (N)
☐	Poliéster	8820
☒	Polietileno	6370
☐	Polipropileno	3038
☐	Aço	14213

2º Escreva o peso da viga

1500

Cabo estável, não rompeu



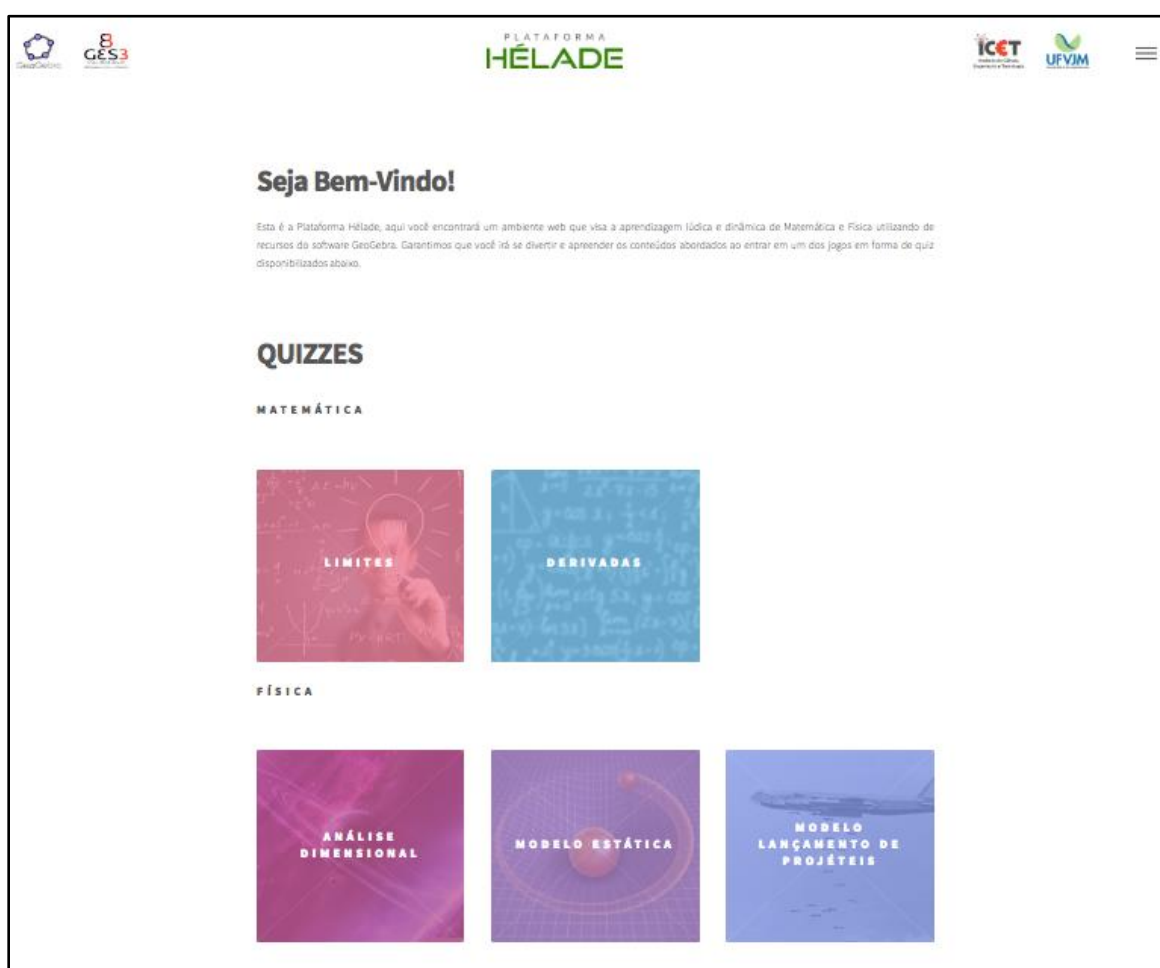
Fonte: GESE (2018)

Desse modo, acredita-se que o modelo quiz na Plataforma Hélade é capaz de dar uma aparência mais agradável ao estudo das funções no GeoGebra, contemplando a necessidade pedagógica, explorando a visualização gráfica e

forneendo os elementos didáticos ao estudo, como se pretendia. O uso da plataforma *web*, com os recursos do JavaScript, permite criar outros tipos de produtos educacionais, que vão muito além de modelos de jogos. Por exemplo, a Figura 13 mostra uma atividade de física numa proposta de se adaptar um laboratório virtual.

Essa realidade de multifunção para a plataforma fez com que se criasse uma página inicial para a Hêlade, de forma que o usuário possa escolher uma área a ser explorada e, dentro de cada área, um conteúdo de interesse. A Figura 14 apresenta a página de apresentação da plataforma, ainda em construção, com as opções de escolha citadas. Com essa expansão é possível varrer atividades de matemática e de física.

Figura 14: Imagem da página inicial da Plataforma Hêlade, ainda em construção.



Fonte: GESE (2018)

Considerações Finais

A construção da Plataforma Hélade foi uma tarefa complementar ao desenvolvimento do modelo quiz, feito alguns meses antes pelo GESE, mas que culminou num portal de atividades incluindo a proposta de laboratório virtual de mecânica, conteúdo de Física I. A tarefa do desenvolvimento da plataforma exigiu conhecimentos em diferentes linguagens de programação, como por exemplo a linguagem JavaScript, para que se pudesse conectar o ambiente *web* com o *software* GeoGebra.

A avaliação da eficiência pedagógica da Plataforma como recurso complementar acessível ao docente será realizada em atividades de ensino, durante as aulas de Cálculo e de Física nos próximos semestres. Mesmo assim, é notória a aplicabilidade desse recurso e a vantagem da visualização gráfica, de maneira mais eficiente, por exemplo no entendimento das funções para o estudo de limites. Mais interessante se tornou, em especial, o modelo quiz quando apresentado e explorado dentro da Hélade, por sua organização e design agradável e otimizado, além do ganho oriundo da inserção de vídeos, algo que não era permitido apenas com o GeoGebra.

Por outro lado, o modelo de jogo criado e incorporado na plataforma não dá a dimensão de tudo que pode ser explorado com os recursos do JavaScript. Por essa razão, a Hélade ainda está sendo desenvolvida para incorporar modelos de simulação, laboratórios virtuais, estudos de elementos específicos da matemática, entre outras propostas.

Acredita-se que o desenvolvimento desse projeto abre uma janela de possibilidades para a obtenção de diferentes produtos educacionais, especialmente nas áreas de física e matemática, projetos estes que o GESE já vem executando. Espera-se, ainda, que outros docentes e pesquisadores se sintam motivados a utilizar a plataforma *web* como recurso pedagógico, ou mesmo desenvolver novas ferramentas inspiradas neste trabalho.

Referências

AMANTE, L; MORGADO, L. **Metodologia de concepção e desenvolvimento de aplicações educativas: o caso de materiais hipermedia**. Discursos: língua, cultura e sociedade, p. 27-43, 2001. Disponível em: <http://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/4348/1/L%C3%BAcia%20Amante_Lina%20Morgado.pdf>. Acesso em: 22 Jan. 2018.

ARTIGUE, M. Ingénierie didactique. In: BRUN, J. **Didactiques des Mathématiques**, Paris: Delachaux et Niestlé, 1996.

BORTOLOSSI, H. J. Criando conteúdos educacionais digitais interativos em matemática e estatística com o uso integrado de tecnologias: GeoGebra, JavaView, HTML, CSS, MathML e JavaScript. Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo. v. 1, n. 1, 2012. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/8823>>. 22 Jan. 2018.

CHEVALLARD, Y. On didactic transposition theory: Some introductory notes. **International Symposium on Research and Development in Mathematics**. Bratislava, Czechoslovakia. 1988. Disponível em: <http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/On_Didactic_Transposition_Theory.pdf>. 22 Jan. 2018.

DEITEL, P.; DEITEL, H. **Java How to program**. 9ª Edição. New Jersey: Prentice Hall Press. 2011.

GUIDORIZZI, H.L. **Um curso de Cálculo**. Vol.1, 5ª edição. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional. 2001.

HOMA, A. I. R.; GROENWALD, C. L. O. **Área de figuras planas com objetos de aprendizagem no Geogebra**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 1, p. 123-147, jan./abr. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2000>>. Acesso em: 22 Jan. 2018.

JARDIM, D.F; JÚNIOR, E.A.S; NEPOMUCENA,T.V; PINHEIRO, T.R; PEREIRA, M.M. **O Laboratório Virtual como espaço para aprendizagem de conteúdo da análise dimensional – um relato de experiência do uso do GeoGebra no ensino de física**. Vozes dos Vales. N.11, 2017.a Disponível em: <<http://site.ufvjm.edu.br/revista multidisciplinar/files/2017/03/Deborah2302.pdf>> . Acesso em: 22 Jan. 2018.

JARDIM, D. F. ; SILVA, J. M.; PEREIRA, M.M.; JÚNIOR, E.A.S.; PINHEIRO,T.R.; NEPOMUCENA;T. V. **Estudando limites com o GeoGebra**. Vozes dos Vales. N.8, 2015. Disponível em: <<http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/files/2015/11/Deborah.pdf>>. Acesso em: 22 Jan. 2018.

JARDIM, D.F.; BRITO, A. F. ; MARTINS, C. T. ; NEUMANN, I. B. ; ALVES, L. L. ; SANTOS, V. N. . **Um estudo acerca da medida da aceleração da gravidade no campus da UFVJM em Teófilo Otoni**. Vozes dos Vales, v. 12, p. 1-24, 2017.b

LEANDRO, E. G.; BATISTA, A. J. L.; IZÁ, S. E.; OLIVEIRA, A. C. **O Processo de Criação de um Software para o Ensino e a Aprendizagem de Cálculos Aritméticos no Ensino Fundamental**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 2, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2743>>. Acesso em: 22 Jan. 2018.

PEREIRA, R.L. **Práticas de Ensino em Geometria Plana**. Teófilo Otoni: UFVJM, 2017. 174f. Dissertação (PROFMAT) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni. 2017.

PEREIRA, Lucas Rodrigues et al. USING GEOGEBRA FOR TEACHING REVOLUTION SOLIDS. **Ciência e Natura**, [S.l.], v. 39, n. 3, p. 666-686, nov. 2017. ISSN 2179-460X. Available at: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/25400>>. Date accessed: 08 feb. 2018.

ROCHA, E. M.; DE ARAÚJO, L. C.L.; GODOI, T. S. M.; ELIAS, L. O.; ROSA, L. H. N. **Editor Matemático: ferramentas matemáticas no MOODLE, escrita matemática e SAC**. Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2012. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/1883>>. Acesso em: 22 Jan. 2018.

SILVA, J.M. ; JARDIM, D.F. ; CARIUS, A.C. **O ensino e a aprendizagem de conceitos de cálculo usando modelos matemáticos e ferramentas tecnológicas**. Revista de Ensino de Engenharia. N.2, v.35.2016. Disponível em: <<http://198.136.59.239/~abengeorg/revista/index.php/abenge/article/view/518>>. Acesso em: 22 Jan. 2018.

SOARES, A. A.; CARMO, R. **Um simulador virtual para o ensino do Movimento Harmônico Simples desenvolvido utilizando o GeoGebra**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 3, 2016. Disponível em: <<https://prograd.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4526/pdf>>. Acesso em: 22 Jan. 2017.

STEWART, James. **Cálculo.v. 1**, 6ª edição, São Paulo: Thompson, 2010.

Processo de Avaliação por Pares: *Blind Review*

Publicado na Revista Vozes dos Vales - www.ufvjm.edu.br/vozes em: 10/2018

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

www.ufvjm.edu.br/vozes

www.facebook.com/revistavozesdosvales

UFVJM: 120.2.095-2011 - QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524 - ISSN: 2238-6424

Periódico Científico Eletrônico Multidisciplinar - UFVJM