Integração de Objetos de Aprendizagem em Matemática Utilizando SCORM em Ambiente Virtual de Aprendizagem

Mathematics Learning Objects Integration Using SCORM in Learning Virtual Environment

Paulo José Evaristo da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Thais de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Rodrigo Palucci Pantoni

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Resumo: O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia para integração do aplicativo GeoGebra no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) utilizando a tecnologia SCORM. Mais especificamente, visa a integração de Objetos de Aprendizagem (OA) ao AVA voltado para o ensino de Matemática. Para garantir os requisitos funcionais dos objetos, a metodologia utilizada contou com o empacotamento e integração dos OAs no AVA Moodle de acordo com as normas e especificação do SCORM, através de uma configuração de software. Como resultado, o trabalho apresenta a ampliação de possibilidades de interação do software nos processos educacionais de Matemática. Contudo, conclui-se que a interoperabilidade dos componentes ainda é um desafio na prática, devida as várias versões de sistemas operacionais, navegadores e componentes.

Palavras-chave: Learning Object. LMS. SCORM. GeoGebra.

Abstract: The objective of this research is to present a methodology for integration GeoGebra application in the Learning Management System (LMS) using SCORM technology. More specifically, it aims to integrate learning objects (LO) to LMS focused the teaching of Mathematics. To ensure the functional requirements of the objects, the methodology used included the packaging and integration of LOs in LMS Moodle according to the rules and SCORM specification through a software configuration. As a result, the work presents the expansion of software possibilities of interaction in the educational processes of mathematics. However, concluded that the interoperability of components is still a challenge in practice due to various versions of operating systems, browsers and components.

Keywords: Learning Object. LMS. SCORM. GeoGebra.

1 Introdução

No âmbito do ensino da Matemática, Belfort (2002 *apud* CYRINO e BALDINI, 2012)¹, destaca que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) podem favorecer a compreensão de conceitos, o desempenho na resolução de problemas e no raciocínio lógico-dedutivo do estudante. Nesta perspectiva, o GeoGebra apresenta-se como um software adequado para uso em todos os níveis de ensino, porque combina a construção, experimentos e demonstração de conceitos aprendidos na matemática. Além destas possibilidades apresentadas, o GeoGebra permite, inclusive, que se exporte e disponibilize os aplicativos para serem usados na internet (GEOGEBRA, 2013a).

Estas características do GeoGebra o colocam como recurso potencial para uso em diferentes situações de ensino aprendizagem na Matemática, especialmente, no caso da Educação a Distância (EaD) como destacam Oliveira, Guimarães e Andrade (2012). A EaD é uma modalidade em que a mediação didático-pedagógica nos processos educacionais ocorre com a utilização de meios e TICs, com os estudantes e professores desenvolvendo atividades educativas em lugares ou tempos diversos (BRASIL, 2005).

Ainda que o ensino da Matemática na EaD seja um promissor espaço para a utilização de recursos como o GeoGebra, é possível que sua integração com o ambiente virtual seja realizada de forma padronizada, inclusive para utilização de outros aplicativos com o mesmo propósito, independente da área aplicada. Para isso é necessário que se considere alguns requisitos técnicos, bem como, a necessidade de algumas adequações técnicas, considerando assim, as características dos Objetos de Aprendizagem (OAs).

Os OAs contam com o Modelo de Referência para Objetos de Conteúdo Compartilhável, do inglês *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM). Este modelo é capaz de trazer resultados em termos de reusabilidade, acessibilidade e interoperabilidade (ADL, 2009), permitindo que o ambiente possa utilizar objetos de aprendizagem, independentemente da plataforma de hardware e software. O SCORM, conta com especificações e normas, que permitem a reutilização de conteúdos de aprendizagem baseados na internet de forma padrão (ADL, 2009).

Neste contexto, o trabalho apresenta a articulação teórico-prática dos estudos de Oliveira (2010) e de Silva (2013), sendo o primeiro uma dissertação de mestrado sobre a Trigonometria e a mudança na prática docente mediante novos conhecimentos e o segundo, um estudo com a integração dos aplicativos GeoGebra e Moodle apoiados pelo SCORM.

Mais especificamente, o objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia para integração do aplicativo GeoGebra num Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) utilizando o SCORM. As possibilidades de integração e utilização do GeoGebra com o padrão SCORM visam fomentar a construção de OAs que possam ser reutilizados em diversas plataformas com suporte ao SCORM.

Para apresentar o estudo, este artigo se organiza a partir de quatro seções, sendo que na primeira é detalhado e articulado o referencial teórico que embasou o estudo, inclusive, contribuições teóricas de trabalhos apresentados na temática. Na segunda seção são apresentados os aspectos metodológicos desenvolvidos no processo de integração do GeoGebra com o SCORM que vão refletir na terceira seção, onde são apresentados os resultados e propostas de utilização da integração contexto do ensino da Matemática, com base nos fundamentos teóricos presentes no estudo. Na quarta e última seção são apresentadas as conclusões (considerações) sobre as diferentes possibilidades de uso da integração proposta, bem como aspectos relevantes que permitam a ampliação do estudo e trabalhos futuros.

¹ BELFORT, E. Utilizando o computador na capacitação de professores. In: CARVALHO, L. M.; GUIMARÃES, L.C. (Org.). História e tecnologia no ensino da matemática. Rio de Janeiro: IME-UERJ, 2002, cap. 3, p. 39-50.

2 Referencial Teórico

Nesta seção são descritos os conceitos e concepções advindos de outros trabalhos e estudos sobre os temas que envolvem o presente trabalho, como as definições e concepções sobre objetos de aprendizagem, uso do GeoGebra no ensino da matemática e integração de tecnologias.

A construção de OA possui características para garantir a acessibilidade, reusabilidade e interoperabilidade. Tarouco, Fabre e Tamusianas (2003) apresentam resultados alcançados numa fase preliminar de criação de um repositório de OA, a estrutura dos metadados² na categorização e o ambiente do sistema de cadastramento dos objetos educacionais. Essa pesquisa assemelha-se em termos de necessidade de categorizar os OA por meio de metadados e a possibilidade de disponibilizá-los para reutilização em outros contextos ou pessoas.

Para a construção de OA podem ser usadas algumas ferramentas de autoria, mas quase sempre exigem conhecimentos avançados em informática. Em função disso, foi proposto a modelagem e desenvolvimento de uma ferramenta, que possa facilitar a construção de OA para usuários não “experts” em informática, como pode ocorrer entre os profissionais da saúde e do ensino (NIENOW; BEZ, 2009). São apresentadas ferramentas de autoria que suportam a criação de OA, inclusive para SCORM, mas salienta a dificuldade encontrada por profissionais com pouca experiência em informática para construção desses objetos.

A pesquisa de Dutra, Tarouco e Passerino (2010) buscou identificar critérios a serem considerados para o encapsulamento e a utilização de OA SCORM em AVA, com o intuito de apoiar o processo de Avaliação Formativa. O trabalho aborda o registro da interação do aluno com o OA SCORM por meio do livro de Ambiente de Execução (RTE), que é usado nessa pesquisa para acompanhar o acesso dos alunos aos conteúdos de Trigonometria. Essa pesquisa serve de apoio para construção dos OA por suas recomendações no encapsulamento dos objetos.

Sampaio e Almeida (2010) mostram a influência do uso das TICs na aprendizagem por meio do uso de OA na área da Matemática. A pesquisa utiliza dois grupos de crianças, sendo que doze crianças trabalharam em dupla e treze individualmente. Sabendo da contribuição das TICs na educação, a pesquisa mostrou o aproveitamento dos alunos quando interagiram individualmente e em duplas nos computadores, mesmo o SCORM não permitindo a interação em grupos online, mostrou-se possível essa interação para uma prática presencial. Os resultados revelaram uma nítida diferença entre os dois grupos investigados, apontando o trabalho em dupla como uma alternativa eficiente para aprendizagem em busca dos objetivos propostos.

González e Ruggiero (2009), apresentam uma pesquisa ampliando a utilização dos OA em SCORM para permitir a aprendizagem colaborativa, considerando uma definição mais ampla de OA, válida para o modelo instrucional a distância, orientado à aprendizagem em grupo. Porém, como mostra a pesquisa o modelo SCORM não oferece soluções para atividades em grupo. Uma solução para essa restrição é oferecida no Modelo Conceitual para Aprendizagem Colaborativa Baseada no Método de Projeto construído pelos pesquisadores.

2.1 Objetos de Aprendizagem: definições

Objetos de Aprendizagem (OA) são definidos por Tarouco, Fabre e Tamusianas (2003) como qualquer recurso suplementar ao processo de aprendizagem e que possa ser reutilizado no apoio à aprendizagem. O termo *Learning Object* (LO), objeto educacional sinônimo de OA, normalmente é aplicado para materiais construídos em pequenos conjuntos com intenção de ampliar as situações de aprendizagem onde o recurso pode ser utilizado.

Baseado neste conceito, esta pesquisa trata de dois conjuntos de OAs: os aplicativos do GeoGebra e os conteúdos SCORM criados para o AVA Moodle.

No documento IEEE (2013) Learning Object Metadata Standard é definido que um objeto de aprendizagem pode ser utilizado para aprendizagem, educação ou treinamento. Neste contexto, a ideia básica defendida é que os OA são elementos mediadores do processo de aprendizagem.

Wiley (2002) apresenta um OA como qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para apoiar a aprendizagem. Esta definição inclui qualquer recurso independente de seu tamanho. Recursos menores podem ser dados, textos, imagens, trechos de áudio, vídeos, animações e pequenas aplicações. Exemplos maiores de recursos reutilizáveis incluem páginas da internet combinando texto, imagens e outras mídias ou aplicações que ofereçam experiências completas, como um evento instrucional completo.

Polsani (2003) descreve o amplo entendimento entre os membros das comunidades de OA sobre os requisitos funcionais dos objetos:

- Acessibilidade: o OA deve ser anotado com metadados², permitindo o armazenamento e a referência em bases de dados;
- Reutilização: o OA deve funcionar em diferentes contextos de ensino;
- Interoperabilidade: o OA deve ser independente dos meios de comunicação de entrega e dos sistemas de gestão do conhecimento.

Esses requisitos funcionais dos OAs assemelham-se aos benefícios derivados de um objeto em programação orientada a objetos (POLSANI, 2003). No paradigma da orientação a objetos, onde o mundo real é organizado como um conjunto de objetos compostos de dados e procedimentos – os dados representam o estado do objeto e os procedimentos conhecidos como métodos, manipulam os dados representando o comportamento do objeto (BUDD, 1991 apud GONZÁLEZ; RUGGIERO, 2009)³.

Partindo das diferentes concepções e definições apresentadas, neste trabalho, objetos são definidos pelas especificações SCORM segundo a equação I proposta por González e Ruggiero (2009).

$$\text{OBJETO} = \text{DADOS (Estado)} + \text{MÉTODO (Comportamento)} \quad (\text{I})$$

2.2 EaD e SCORM: os diferentes ambientes e as implicações técnicas

O uso de recursos das TICs na educação por meio do computador pode ser chamado de e-learning, uma forma de Educação a Distância (EaD), que é diferenciada em aprendizado via internet, do inglês *Web Based Training*, (WBT) e aprendizado baseado no computador sem internet, do inglês *Computer Based Training*, (CBT) (FRANCO; BRAGA; RODRIGUES, 2011).

O WBT é cada vez mais utilizado com o crescimento da internet, que possibilita aos alunos e professores flexibilidade nos horários de acordo com suas necessidades, sem perder a interação.

Para disponibilizar aos alunos um curso em e-learning via internet com OAs, faz-se necessário a utilização de um AVA, que são aplicativos computacionais que possibilitam a administração do oferecimento de um curso, o desenvolvimento do conteúdo de aprendizagem e o acompanhamento de cada aluno nas atividades propostas (FRANCO; BRAGA; RODRIGUES, 2011).

Esses aplicativos funcionam em um servidor de internet e são acessados por um navegador (*browser*). A equipe envolvida no projeto e os alunos podem acessar o aplicativo através de um computador com conexão à internet.

² Metadados são as informações utilizadas para descreverem os dados do OA.

³ BUDD, T. *An Introduction to Object-Oriented Programming*. Published by Addison-Wesley. Pearson, 1991.

Os AVAs podem possuir níveis de acesso com funções específicas de visitante, aluno, tutor, professor e administrador. Uma das vantagens é que apenas os alunos do curso têm acesso ao ambiente.

Existem várias ferramentas disponíveis em um AVA, que permitem compartilhar materiais, manter discussões, realizar tarefas, testes e avaliações registrando notas dos participantes. Algumas dessas ferramentas possibilitam inclusão de textos, imagens, sons, vídeos entre outros materiais de estudos. Os alunos também podem ser agrupados para realização de atividades. Testes e avaliações podem ser utilizados, questões de múltipla escolha que permitem a correção instantânea, garantindo aos alunos um retorno rápido do seu desempenho. As tarefas solicitadas podem ser comentadas após a correção, fornecendo um feedback para os alunos. Finalmente um quadro de notas possibilita aos alunos consultarem apenas suas notas (PULINO FILHO, 2007).

A existência de vários AVAs permite a escolha que atenda melhor às necessidades, considerando custos de implantação e manutenção, ferramentas disponíveis, utilização por outras instituições e compatibilidade com as teorias de aprendizagem também interferem nessa escolha. São exemplos de ambientes o Blackboard®⁴, TelEduc®⁵ e Moodle® (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*)⁶. Para este trabalho, o AVA utilizado foi o Moodle por sua possibilidade de integração com objetos no padrão SCORM que compõe um acervo de especificações e normas, que admitem um conjunto de funcionalidades integradas como a interoperabilidade, a acessibilidade, durabilidade e a reutilização de conteúdos de aprendizagem baseados na internet (ADL, 2009).

Essas características possibilitam aos AVAs encontrar, importar, compartilhar, utilizar, exportar e reutilizar conteúdos de aprendizagem de uma forma normalizada. Os conteúdos devem ser construídos, armazenados e distribuídos sem relevância a importância das plataformas, e sim, permitindo o desenvolvimento de bibliotecas digitais, facilitando a classificação e "empacotamento" desses objetos (ADL, 2009).

2.3 Aplicativos do GeoGebra

O GeoGebra é um software de matemática dinâmica gratuito e multiplataforma para todos os níveis de ensino, que combina geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo em um único sistema (GEOGEBRA, 2013a). No início de 2012, Cyrino e Baldini (2012) selecionaram trabalhos no banco de dados da CAPES que continham a palavra "GEOGEBRA", foram encontrados uma tese de doutorado, oito dissertações de mestrado acadêmico e vinte sete dissertações de mestrado profissional, todos publicados no período de 2008 a 2010. Após a leitura dos resumos, verificaram que um deles não utilizou o GeoGebra e foi desconsiderado. Identificaram que a maioria dos trabalhos discutiam como os professores analisavam potencialidades pedagógicas do GeoGebra em sala de aula. De modo geral, os temas abordados apontam para contribuições do software no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos.

Além disso, recomendaram entre outros pontos que nos cursos de formação de professores, ao atuar com o apoio das TICs, incluam momentos nos quais eles tenham a oportunidade de:

- Analisar um software como uma ferramenta que permite ao aluno construir novos conhecimentos matemáticos, tendo em conta seus

⁴ Disponível em <http://www.blackboard.com/>.

⁵ Disponível em <http://www.teleduc.org.br/>.

⁶ Disponível em <http://www.moodle.org>.

conhecimentos prévios, aspectos históricos e sociais da evolução desses novos conhecimentos;

- Investigar diferentes formas de utilizar o software para dinamizar as aulas, promovendo a interação entre o aluno e o objeto matemático, a realização de simulações, a validação de ideias prévias, a experimentação, a criação de soluções e a construção de novas formas de representação mental;
- Analisar e reconhecer diferentes formas de pensamento e de registros, provocadas pelo uso do software, para que se possam aceitar, valorizar e utilizar as formas de pensamento de seus alunos nas interações em sala de aula (CYRINO e BALDINI, 2012 p.59-60).

Oliveira (2010) investiga uma abordagem no ensino de Trigonometria. Sua hipótese de trabalho baseia-se na oportunidade de alunos experimentarem novas aprendizagens por meio de novos conhecimentos do professor. O autor encontrou por meio da pesquisa, formas diferentes de trazer o assunto Trigonometria. Dentre elas, explorou o dinamismo, cor e movimento proporcionados pelo GeoGebra e construiu uma sequência de aplicativos contextualizando os conceitos estudados em Trigonometria de forma detalhada e dinâmica.

A tela inicial de um dos aplicativos, o dos Triângulos Semelhantes, é apresentada na **Erro! Fonte de referência não encontrada. Erro! Nenhum nome foi dado ao indicador..** Neste aplicativo, foi objetivado verificar que a razão entre dois lados do triângulo, calculadas em triângulos semelhantes, garantem o mesmo resultado. Com isso, conclui que é possível estudar essas razões em um triângulo acessível, tabular esses valores (e construir as Tábuas Trigonométricas) e utilizá-las para quaisquer triângulos semelhantes. Além disso, visa compreender a relação de dependência dessa razão com o ângulo agudo do triângulo retângulo.

Figura 1 – Aplicativo de triângulos semelhantes.
Fonte: Oliveira (2010).

Os aplicativos construídos por Oliveira (2010) foram disponibilizados no Portal do Professor⁷, o que permite que alunos e professores possam ter acesso ao material sem a necessidade de contato com quem os criou.

Para a pesquisa apresentada neste texto foram escolhidos seis desses aplicativos para a construção dos OA, por meio dos Applets GeoGebraWeb também disponíveis no GeoGebra.

Segundo Deitel e Deitel (2010), os applets são programas Java incorporados nas páginas Web, que são baixados no navegador e executados por meio do plug-in Java instalado. Alguns navegadores não possuem o plug-in por padrão e necessitam da intervenção do usuário para instalá-lo.

Esse processo de instalação de plug-ins pode gerar uma sobrecarga de trabalho para o usuário, antes mesmo de exibir o conteúdo desejado no navegador. Preece, Rogers e Sharp (2005) apresentam as reações emocionais do usuário ao utilizar os computadores e apontam que essa necessidade de instalação poderá frustrar o usuário. Essa tarefa deveria ser automatizada pelo navegador ou os plug-ins deveriam ser substituídos por tecnologias no navegador que interpretassem esses arquivos diretamente.

3 Metodologia

A proposta metodológica que envolve a integração do GeoGebra com o padrão SCORM se organiza a partir de quatro etapas. Após o levantamento do referencial teórico e estudo dos trabalhos de Oliveira (2010) e Silva (2013), foram realizados os seguintes procedimentos metodológicos: (A) na primeira etapa foi necessário estudar o funcionamento do software GeoGebra e suas contribuições no apoio ao ensino de Matemática, os modelos de interoperabilidade, o SCORM, e as formas de licenciamento e distribuição dos objetos educacionais; (B) em uma segunda etapa foi proposto uma recomendação para exportar os aplicativos criados no GeoGebra; (C) na terceira etapa foram definidas as recomendações para o encapsulamento dos materiais em SCORM; (D) uma vez definido esse modelo, foi necessário testar a conformidade dos pacotes SCORM e incluí-los em pelo menos um AVA, no caso desta pesquisa, o Moodle.

Especificamente na quarta etapa, partindo das características do SCORM e as funcionalidades no Moodle, buscou-se validar o funcionamento dos OA. Para isso, optou-se por uma pesquisa exploratória, com a análise dos registros na ferramenta de teste disponibilizada pela ADL e inclusão dos OAs na plataforma Moodle.

3.1 Detalhamentos técnicos

A realização das etapas B, C e D envolvem o trabalho de exportação dos aplicativos criados no GeoGebra, implementação do SCORM e inserção dos OAs no Moodle para testar seu funcionamento.

⁷ Disponível em <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/>

Do ponto de vista técnico, o GeoGebraWeb, é um conjunto de arquivos que podem gerar *applets on-line* ou *off-line*. No entanto, esses arquivos não são destinados aos usuários finais. Esses *applets* estão em um documento HTML5 que podem conter vários documentos GeoGebraWeb (GEOGEBRA, 2013b).

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** estão omitidos o início, entre outras partes de um arquivo HTML5, concentrando-se apenas nas partes do GeoGebraWeb. Primeiramente, a fonte do GeoGebraWeb é carregada, nos documentos *online* o "src" é igual ao da linha 2, para documentos *off-line* sua configuração correta é "web/web.nocache.js". As definições de "data-param-width" e "data-param-height" (linha 3) definem o tamanho do *applet* apresentado no navegador. Os outros parâmetros são as configurações diretas para GeoGebraWeb. Finalmente, a configuração "data-param-ggbbase64" (linha 7) possui o arquivo, conforme gerado pelo GeoGebra.

```
1 | <script type="text/javascript" language="javascript"
2 | src="http://www.geogebra.org/web/4.2/web/web.nocache.js"></script>
3 | <article class="geogebraWeb" data-param-width="600" data-param-height="400"
4 | data-param-showResetIcon="false" data-param-enableLabelDrags="false"
5 | data-param-showMenuBar="false"
6 | data-param-showToolBar="false" data-param-showAlgebraInput="true"
7 | data-param-ggbbase64="UESDBBQACAAIAHOOh0AAAAAAAAAAAAAAAAAAWAA...==">
```

Figura 2 – Exemplo de código de um applet GeoGebraWeb.
Fonte: GEOGEBRA (2013b).

As implementações realizadas nas etapas B, C e D, tiveram como material base os OAs que tratam de Trigonometria e foram construídos com o GeoGebra para propor um tratamento diferente do assunto, como tratado nos livros didáticos, discutindo a Trigonometria no Triângulo Retângulo, no Ciclo Trigonométrico e, ainda, nas Funções Trigonométricas (Oliveira, 2010). Considerando que o material didático foi entendido para construção do OA, é importante conhecer a estrutura do arquivo SCORM e como poderá suportar essa tarefa. A

apresenta uma típica abordagem para navegação e criação compatível com SCORM que será usada nesta pesquisa.

Figura 3 –Processo de programador para o desenvolvimento SCORM.
Fonte: ADL (2011).

A maneira mais fácil e recomendada no SCORM é usar um *Template*, ou seja, um modelo, por ser uma estrutura simples com arquivos que podem ser modificados e ampliados para criar o OA.

Os modelos são geralmente fornecidos pela comunidade e podem implementar padrões de projeto. Para efeitos nesta seção, utilizaram um modelo de partida simples fornecida por ADL (2009). A Tabela 1 lista alguns termos SCORM e a maneira como relacionam-se com o Design Instrucional.

Tabela 1 - Termos SCORM e sua relação com o Design Instrucional

Termo comum no Design Instrucional	Termo comum SCORM	Termo Oficial SORM
Vídeos, arquivos de texto, imagem ou outras mídias, também chamados de Ativos (<i>Asset</i>)	Ativo (<i>Asset</i>)	Asset
Objeto Educacional ou Aprendizagem (OA)	Objeto de Conteúdo Compartilhável (SCO)	SCO
	Atividade; um SCO ou agrupamento lógico de SCOs com sequenciamento associado, pode-se referir a uma estrutura organizacional.	Activity
Estrutura Organizacional	Uma árvore de atividade representa os dados que o LMS implementa para refletir uma hierarquia.	<i>Activity Tree / Organization</i>
Conteúdo do Curso (todos os ativos, ramificação, estrutura para um curso)	Pacote de Conteúdo (pasta compactada com o conteúdo do curso)	<i>Content Package</i>
	Agregação de Conteúdo representa uma coleção de conteúdo e sua estrutura é representada como um pacote de conteúdo.	<i>Content Aggregation.</i>

Termo comum no Design Instrucional	Termo comum SCORM	Termo Oficial SCORM
Ramificação	Sequenciamento	<i>Sequencing</i>
Marcação	Objetivo (Nota: Não está relacionado com o termo do Design Instrucional, Objetivo de Aprendizagem)	<i>Objective</i>
Ramificação para o programador, fluxograma	Rollup e regras de sequenciamento	<i>Rollup and Sequencing</i>
Dados da interatividade do aluno (qualquer interação com o conteúdo, normalmente utilizado para avaliação)	Interações	<i>Interaction Data / cmi.interactions</i>

Fonte: adaptado de ADL (2011).

Um pacote de conteúdo SCORM contém duas partes principais: (a) o arquivo de manifesto que descreve todos os SCOs do pacote, a representação do diagrama de estrutura de conteúdo criado (chamado de organização), as regras de sequenciamento, os metadados para os SCOs, as agregações, e o próprio pacote; (b) todos os arquivos SCO e ativos para o pacote de conteúdo, no caso dessa pesquisa são os aplicativos em HTML5 exportados do GeoGebra.

O arquivo de manifesto é sempre nomeado de "imsmanifest.xml" e sempre aparece no nível superior de um pacote de conteúdo compactado, independentemente da estrutura do resto do pacote. É um arquivo de Linguagem de Marcação Estendida (XML), que organiza o conteúdo do pacote. Esse manifesto é um conjunto detalhado de instruções, estruturado de forma especificada pelo SCORM, que organiza o conteúdo do pacote e diz ao LMS quando, como e qual o conteúdo será oferecido aos alunos. A estrutura básica de um arquivo de manifesto é apresentada na

Figura 1 - Exemplo de manifesto (imsmanifest.xml)
Fonte: ADL (2011).

Seguindo o processo de desenvolvimento descrito na , foi iniciada a etapa de modificação dos arquivos e criação dos códigos. Optou-se primeiramente pela edição do arquivo de manifesto, podendo ser criado por ferramentas de autoria, embora alguns programadores preferem criá-los a partir do zero usando um editor de XML, sendo este, o caso da pesquisa.

Os arquivos de manifesto foram criados com base na construção de OAs com um SCO para cada aplicativo construído por Oliveira (2010) e um outro OA, contendo todos os SCOs. A estrutura disponível na Figura 2 contempla o pacote que contém todos os aplicativos, sendo cinco SCOs seguidos por uma agregação com outro SCO. A agregação foi intitulada de "Gráficos", por conter o aplicativo das Variações dos Gráficos das Funções Trigonométricas que agrupa três aplicativos com a mesma proposta, porém, para funções diferentes, um do seno, do cosseno e outro para a tangente (OLIVEIRA, 2010).

Figura 2 - Estrutura do pacote com seis aplicativos
Fonte: Elaborado pelos autores

Definida a primeira parte do pacote de conteúdo, iniciou-se a construção dos SCOs a partir dos *applets* GeoGebraWeb. Os arquivos gerados estão em HTML5, para cada página existe um *applet* criado por Oliveira (2010). Esses *applets* puderam ser abertos no navegador e permitiram a interação com o conteúdo matemático. São os arquivos mais reutilizáveis, pois, eles podem ser redistribuídos, reorganizados e reaproveitados em muitos contextos. Esses arquivos em HTML5 foram modificados para tornarem-se os SCOs do modelo SCORM.

O SCORM define as regras para que as informações sejam trocadas entre o LMS e os SCOs. A definição do Modelo de Dados do RTE é baseada no padrão IEEE 1484.11.1-2004⁸ *Standard for Learning Technology – Data Model for Content Object Communication* e a comunicação ocorre por meio da SCORM *Application Programming Interface* (API) descrito no padrão IEEE 1484.11.2-2003⁹ *Standard for Learning Technology - ECMAScript Application Programming Interface for Content to Runtime Services Communication*. A API do SCORM é um método padronizado para um SCO comunicar-se com o LMS, enquanto os alunos interagem com o conteúdo, permitindo recuperar e registrar alguns elementos no LMS (ADL, 2009).

Alguns elementos do Modelo de Dados do RTE precisam ser programados dentro dos SCOs, por meio de chamadas na linguagem *JavaScript*¹⁰. O SCO no LMS deve encontrar uma instância do SCORM. Isto é realizado por meio de um arquivo chamado de *API Wrapper* (ADL, 2011). Nesta pesquisa foi utilizada a *API Wrapper*, disponível no *Template* citado anteriormente. Essa *API Wrapper* irá encontrar a instância do SCORM e dispõe das funções escritas em *JavaScript*, necessárias para o conteúdo comunicar-se com o LMS: *doInitialize()*; *doTerminate()*; *doGetValue()*; *doSetValue()*; *doCommit()*; *doGetLastError()*; *doGetErrorString()*; *doGetDiagnostic()*; *ErrorHandler()*; *getAPIHandle()*; *findAPI()*; *getAPI()*; *findObjective()*; *findDataStore()* e *message()*. O SCO necessita realizar no mínimo duas chamadas. A primeira, *doInitialize()*, usado para iniciar a comunicação e a segunda, *doTerminate()*, que deve ser chamada antes de sair do SCO (ADL, 2011).

⁸ Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=9661>

⁹ Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=8972>

¹⁰ *JavaScript* é uma linguagem de programação interpretada.

```

a | <script type="text/javascript"
src="../util/APIWrapper.js"></script>

b | <script type="text/javascript">

c | function loadPage() {

d |     var result = doInitialize();

e |     var name = doGetValue("cmi.learner_name");

f | }

g | </script>

h | <body onload="loadPage()" onbeforeunload="unloadPage()">

i | <button onclick="terminate()">Concluir</button>

```

Figura 6 - Trechos de código de um SCO
Fonte: Elaborado pelos autores

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra alguns trechos de código de um SCO desta pesquisa, vale ressaltar, que este não é o arquivo em sua totalidade e as letras de (a) até (i) não indicam as linhas em sequência, foram incluídas apenas na figura para auxiliar nas citações. O atributo de evento *onload*¹¹ foi utilizado para iniciar a comunicação com o LMS. O *onload* definido no elemento *body*, descrito na linha (h), dentro do HTML5 executa um JavaScript, após o conteúdo ter sido completamente carregado, incluindo imagens, arquivos de script, arquivos de estilos, etc. Além deste, o atributo de evento *onbeforeunload*, descrito na linha (h), foi utilizado para finalizar a comunicação por executar uma chamada *JavaScript* antes que o documento HTML5 fosse descarregado do navegador. Adicionalmente, cada SCO contou com um botão "Concluir", descrito na linha (i), que dispara uma chamada *JavaScript* que também permite registrar alguns dados no LMS.

Estes dados são consultados posteriormente no LMS, podendo ser utilizados para acompanhar o progresso do aluno e indicar sua interação com o OA. A Tabela 2 indica os elementos utilizados nos OAs construídos.

Tabela 2 - Elementos utilizados nos OAs construídos

Notação	Descrição
cmi.learner_name	Obtém o nome do aluno registrado no LMS.
cmi.progress_measure	Registra o progresso do aluno no SCO.
cmi.success_status	Define a situação do aluno em relação ao SCO.
cmi.objectives	Define os objetivos do SCO.
cmi.session_time	Define o tempo de sessão do aluno durante seu acesso ao SCO.

Fonte: Elaborado pelos autores

A ADL (2009) disponibiliza uma ferramenta que permite às organizações a realização de testes em LMS, SCOs e pacotes de conteúdo para verificar sua conformidade com o SCORM. Cada teste contempla as instruções para execução e os registros de cada ação de teste e seus respectivos resultados.

¹¹ Disponível em: http://www.w3schools.com/tags/ev_onload.asp

4 Resultados

De acordo com a metodologia aplicada, foi possível gerar os *applets* GeoGebraWeb. Os arquivos gerados estão em HTML5, para cada página existe um *applet* criado por Oliveira (2010). Esses *applets* puderam ser modificados e transformados em SCOs permitindo a interação com o conteúdo de Trigonometria.

Algumas falhas ocorreram no processo de "empacotamento", como por exemplo, a implementação da navegação entre os SCOs do mesmo pacote e o controle dos dados no RTE.

Os elementos do RTE foram manipulados pelas chamadas na linguagem *JavaScript*, permitindo acompanhar alguns registros da interação do aluno com o OA.

Os testes de conformidade foram realizados a partir da organização dos SCOs para se tornar pacotes de conteúdo SCORM.

Após correções dos tipos de falhas supracitadas, visualizações e refatorações dos códigos, foi possível alcançar pacotes de conteúdo em conformidade com o SCORM.

Apresenta-se, nas Figuras 7 a 12, as telas dos seis aplicativos concebidos por Oliveira (2010), "empacotados" nesta pesquisa e incluídos no AVA. Destaca-se que os objetivos foram extraídos da pesquisa de Oliveira (2010).

A Figura 7 - SCO dos Triângulos semelhantes apresenta a tela inicial do SCO dos Triângulos semelhantes que foi estruturado com o objetivo de dar significado às razões trigonométricas no triângulo retângulo por meio da verificação das regularidades obtidas em triângulos semelhantes. Pode-se comparar com o OA inicial apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, nota-se que há possibilidade de interação com o objeto diretamente no navegador, sem a necessidade de instalar novos *softwares* nos dispositivos dos alunos.

Figura 7 - SCO dos Triângulos semelhantes

Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 3 apresenta a tela inicial do SCO das Razões trigonométricas em ângulos complementares que foi estruturado com o objetivo de fazer correspondência aos valores do seno e cosseno de ângulos complementares.

Figura 3 - SCO das Razões trigonométricas em ângulos complementares

Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 4 apresenta a tela inicial do SCO do Ciclo trigonométrico que possui o objetivo de evidenciar detalhes de forma parcial sobre esse círculo.

Figura 4 - SCO do Ciclo trigonométrico

Fonte:

Elaborado pelos autores

A Figura 5 apresenta a tela inicial do SCO dos Arcos notáveis no ciclo trigonométrico que tem por objetivo a relação de simetrias entre os quadrantes, usando como referência os ângulos notáveis.

Figura 5 - SCO dos Arcos notáveis no ciclo trigonométrico

Fonte: Elaborado pelos autores

A

Figura 6 apresenta a tela inicial do SCO das funções trigonométricas que possui o objetivo de relacionar simultaneamente o ciclo trigonométrico com os gráficos das funções trigonométricas geradas no plano cartesiano.

Figura 6 - SCO das funções trigonométricas

Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 7 apresenta a tela inicial do SCO com as variações dos gráficos das funções trigonométricas, o objetivo definido para esse SCO está na exploração da variação gráfica das funções trigonométricas.

Figura 7 - SCO com as variações dos gráficos das funções trigonométricas

Fonte: Elaborado pelos autores

6 Conclusões

Neste trabalho, assim como nos trabalhos citados no referencial teórico é perceptível a contribuição do SCORM para construção de OAs que adaptem materiais disponíveis, por permitir a interoperabilidade, acessibilidade, reusabilidade inerentes aos OA. Além disso, é um

modelo que adota padrões de conhecimento internacional, permite o compartilhamento dos conteúdos em diversos países, e para diversas áreas do conhecimento.

A emergência de se ampliar as possibilidades de uso remoto sem instalação de *softwares* no contexto da EaD faz-se necessário. No caso do presente estudo, dada a importância do GeoGebra no contexto do ensino da Matemática, permitir que o estudante interaja com os OAs diretamente do navegador foi um dos resultados mais interessantes do presente estudo.

Segundo os resultados apresentados, percebe-se que a interoperabilidade de *software* para os OAs, é uma característica ainda difícil de ser alcançada. Contudo, o uso do modelo SCORM auxilia na busca da interoperabilidade de *software*. A reusabilidade pode ser conquistada na utilização dos pacotes de conteúdo em diversos cursos e por repetidas vezes. A acessibilidade fica condicionada às descrições dos OAs, armazenamento e disponibilização em bases de dados que permitam sua busca e utilização.

Foram empacotados com sucesso seis aplicativos do GeoGebra, originalmente concebidos por Oliveira (2010). Contudo, conclui-se que a interoperabilidade dos componentes ainda é um desafio na prática, devida as várias versões de sistema operacionais, navegadores e componentes.

Além destes resultados iniciais, é possível ampliar estudos no sentido de garantir outras implementações técnicas para ampliar o potencial pedagógico do GeoGebra no processo de ensino-aprendizagem da Matemática, tendo várias possibilidades de estudos futuros.

Referências

ADL. Advanced Distributed Learning. **SCORM** 2004 4rd edition. Version 1.1. 2009. Disponível em: <<http://www.adlnet.org>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

ADL. Advanced Distributed Learning. **SCORM users guide for programmers**. Version 10. 2011. Disponível em: <<http://www.adlnet.org>>. Acesso em: 03 jun. 2013.

BRASIL. **Decreto nº 5.622, de 19 de dezembro de 2005**. Regulamenta o art. 80 da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5622.htm>. Acesso em: 03 ago. 2009.

CYRINO, M. C. C. T.; BALDINI, L. A. F. O software GeoGebra na formação de professores de matemática: uma visão a partir de dissertações e teses. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 1, n. 1, p.42-62, jul./dez. 2012. Semestral.

DEITEL, P. J.; DEITEL, H. **Java: como programar**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

DUTRA, R. L. S.; TAROUÇO, L. M. R.; PASSERINO, L. Utilização de objetos de aprendizagem abertos SCORM para dar suporte à avaliação formativa. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p.59-70, 2010.

FRANCO, L. R. H. R.; BRAGA, D. B.; RODRIGUES, A. **EaD virtual: entre teoria e prática**. 2. ed. Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 2011.

GEOGEBRA. **Geogebra**. Disponível em: <<http://geogebra.org>>. Acesso em: 15 abr. 2013a.

GEOGEBRA. **Tutorial: Creating HTML5 documents with GeoGebraWeb**. Disponível em: <http://wiki.geogebra.org/en/Tutorial:Creating_HTML5_documents_with_GeoGebraWeb>. Acesso em: 15 abr. 2013b.

GONZÁLEZ, L. A. G.; RUGGIERO, W. V. Collaborative e-learning and learning objects. **IEEE Latin America Transactions**, New York, v. 7, n. 5, p.569-577, set. 2009.

IEEE. **Draft standard for learning object metadata**. Disponível em: http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf. Acesso em 01 jun. 2013.

NIENOW, A. L.; BEZ, M. L. Ferramenta de autoria para construção de objetos de aprendizagem para a área da saúde. In: VIII SEMINÁRIO DE INFORMÁTICA, 8., 2009, Torres, **Anais...** Torres: ULBRA, 2009. Disponível em: <http://www.seminfo.com.br/anais/2009/pdfs/WEI_Tche/63504_1.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2013.

OLIVEIRA, T. **Trigonometria: a mudança da prática docente mediante novos conhecimentos**. 2010. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Matemática, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

OLIVEIRA, I. L. L. de; GUIMARÃES, S. U.; ANDRADE, J. A. A. **As potencialidades do GeoGebra em processos de investigação matemática: uma análise do desenvolvimento de objetos de aprendizagem da EaD no ensino presencial**. In: CONFERÊNCIA LATINO AMERICANA DE GEOGEBRA, 1., 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Puc-sp, 2012. p. 265 - 279. Disponível em: <<http://www4.pucsp.br/geogebra/submitacao/pdfs/10potencialidades.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2016.

POLSANI, P. **Use and abuse of reusable learning objects**. In: Journal of Digital Information, Texas, v. 3, n. 4., 2003. Disponível em: <<http://journals.tdl.org/jodi/index.php/jodi/article/view/89/88%3Cbr>>>. Acesso em: 01 jun. 2013.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PULINO FILHO, A. R. **Livro do moodle: um sistema de gerenciamento de cursos**. Brasília: Universidade de Brasília. 229 p. 2007.

SAMPAIO, R. L.; ALMEIDA, A. R. S. Aprendendo matemática com objetos de aprendizagem. **Ciências e Cognição: Revista interdisciplinar de estudos da cognição**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p.64-75, 20 abr. 2010.

SILVA, P. J. E. **Construção de Objetos de Aprendizagem em SCORM para Apoio ao Ensino de Matemática**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Sistemas para Internet). Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo-Câmpus São João da Boa Vista, São João da Boa Vista, 2013.

TAROUÇO, L. M. R.; FABRE M. J. M.; TAMUSIUNAS, F. R.. Reusabilidade de objetos educacionais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 1, p. 1-11, fev. 2003. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/13628/7697>>. Acesso em: 01 jun. 2013.

WILEY, D. A. **Conectando objetos de aprendizagem de teoria do design instrucional: a definição, uma metáfora, e uma taxonomia. O uso instrucional de objetos de aprendizagem** (Bloomington, IN: Agência de Tecnologia Educacional). 2002.

Recebido em abril de 2016

Aprovado para publicação em agosto de 2017

Paulo José Evaristo da Silva

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus São João da Boa Vista, São João da Boa Vista – SP, Brasil, pauloevaristo@ifsp.edu.br

Thais de Oliveira

Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus São João da Boa Vista, São João da Boa Vista – SP, Brasil, thaisoliveira@ifsp.edu.br

Rodrigo Palucci Pantoni

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus Sertãozinho, Sertãozinho- SP, Brasil, rpantoni@ifsp.edu.br