

Ambiente de edição de jogos digitais educacionais como fonte de dados para EDM

Marcos Paulo Cardoso de Almeida
Laboratório de Redes de Comunicações
Universidade Estadual de Campinas
Campinas - SP, Brasil
mrplcardoso@gmail.com

Leonardo Mendes
Laboratório de Redes de Comunicações
Universidade Estadual de Campinas
Campinas - SP, Brasil
lmendes61@gmail.com

Resumo—Os atuais sistemas de gerenciamento de aprendizagem digitais podem oferecer diversas funcionalidades para auxiliar professores no preparo e adequação de seus materiais pedagógicos para uso por seus alunos no ambiente de aprendizagem. Um recurso muito interessante que pode ser disponibilizado é o de atividades lúdicas e interativas organizadas em jogos digitais. No entanto, o desenvolvimento de jogos digitais é uma atividade complexa, o que dificulta seu uso pelos professores. Para facilitar esta tarefa, no presente trabalho apresentamos um ambiente de montagem de jogos digitais educacionais através de mecânicas modulares de jogos digitais tratando conteúdos pedagógicos como atividades virtuais interativas. Estas mecânicas oferecem não apenas um instrumento com que os professores podem “construir” jogos digitais personalizados com seus conteúdos temáticos, mas também uma ferramenta eficaz para a coleta de dados educacionais para analisar o processo de aprendizagem do aluno através de ferramentas como EDM (Educational Data Mining) e KDD (Knowledge Discovery in Databases).

Palavras-chave—Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Aquisição de Dados, Jogos Eletrônicos, Módulo Educacional

I. INTRODUÇÃO

A chegada da tecnologia da informação nas escolas permitiu que sistemas computacionais emergissem como plataformas educacionais oferecendo recursos de apoio ao binômio ensino-aprendizagem. Comumente, estas plataformas dispõem de uma série de funcionalidades, que vão de funções de cunho administrativo até o auxílio ao professor no processo educacional. Podemos classificar estas plataformas em dois tipos: as que destinam-se ao auxílio de seus usuários com informações sobre um determinado alvo, e que costumam ser usadas em processos de tomada de decisão, sendo, por este motivo, sistemas alimentados por dados; e as que auxiliam nos processos de ensino-aprendizagem, como um programa com conteúdo interativo para os alunos, e que podem oferecer gerenciamento de cursos, materiais didáticos, atividades, e até avaliações, como ocorre nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) em geral [1] [2].

As ações efetuadas no processo de aprendizagem, tanto em sala quanto em sistemas virtuais, podem ser ricas fontes de dados, que possibilitam a obtenção de informações precisas a partir de eventos ocorridos no momento de sua utilização. Estas informações viabilizam um importante apoio para seus usuários, sejam estes gestores escolares, professores ou mesmo alunos ao longo do período letivo [3].

Nesse sentido, o desenvolvimento de versões de jogos eletrônicos orientados à educação permite a união do grande potencial lúdico e interativo dos jogos com um poderoso instrumento de coleta de dados para a obtenção de métricas de aprendizagem e desempenho [4]. Contudo, por ser seu uso ainda pouco comum, professores argumentam que existe falta de flexibilidade e adequação dos jogos ao conteúdo de seus cronogramas [6] [7]. Uma boa solução seria permitir que, através de um processo de autoria, o próprio professor pudesse inserir, nos jogos, o conteúdo de interesse em sua disciplina.

Este trabalho tem como meta unir os temas de aquisição de dados, sistemas educacionais e ferramentas de autoria de jogos para apresentar a modelagem e desenvolvimento de uma funcionalidade chamada Fábrica de Módulos Educacionais (FME), que será incorporada a um Sistema de Gestão de Aprendizagem (SGA), neste caso, a plataforma Conexão do Saber (XSaber) do Laboratório de Redes de Comunicações da UNICAMP. A FME permite que o professor crie e edite um tipo de jogo digital, chamado de módulo educacional, de acordo com o conteúdo desejado. A FME é desenvolvida como uma aplicação Web, o que simplifica sua implantação e uso tanto em computadores como em smartphones.

Neste trabalho, as atividades “módulo educacional” são projetadas para disciplinas do programa do Ensino Fundamental I. Quando aplicados aos alunos, estes módulos permitirão a coleta de dados de utilização e de desempenho, podendo ser usados para a obtenção de informações e avaliação, através de técnicas de EDM (Educational Data Mining) e KDD (Knowledge Discovery in Databases) do XSaber.

II. MODELO DE FUNCIONAMENTO

Nesta seção, apresentamos os elementos que compõem a FME, explicando como cada um se encaixa dentro do sistema proposto.

A. Módulos Educacionais

Módulo educacional, segundo Inocêncio [5], é um recurso lúdico e interativo subdividido por uma série de atividades didáticas, para aplicação em um ambiente de aprendizagem, num escopo complementar às atividades da sala de aula, podendo ser usado como atividade de fixação ou como atividade avaliativa dos conteúdos previamente trabalhados.

Os módulos da FME podem ser vistos como uma releitura mais flexível daqueles propostos em [5], isto porque Inocêncio estrutura seus módulos com o conteúdo fixo, apoiado por uma equipe pedagógica e de desenvolvimento, e sem possibilidade de serem modificados ou mesmo reescritos pelos professores.

Na FME, com o objetivo de flexibilizar o conteúdo dos módulos para que o professor desempenhe uma participação autoral, os módulos são construídos a partir de blocos lúdicos configuráveis. Os blocos lúdicos formam, então, uma mecânica de jogo caracterizada pelo conteúdo editável. Estes blocos podem ser configurados ou editados tematicamente e montados em uma única estrutura, os módulos educacionais.

Assim, da perspectiva do professor, um módulo se caracteriza como um conjunto sequenciado de mecânicas formando uma estrutura única. Além das atividades lúdicas das mecânicas, um módulo contém informações básicas (título, autor, disciplina, por exemplo) e funcionalidade de publicação (torná-lo acessível ou inacessível dentro do XSaber).

Para criar módulo com o conteúdo de suas aulas, o professor deverá: (a) solicitar à FME para criar um novo módulo; (b) adicionar e configurar, usando as bibliotecas existentes, uma ou mais mecânicas ao seu novo módulo; e (c) publicar o novo módulo educacional quando ele estiver de acordo com o planejamento pedagógico do professor. Na criação dos módulos, o professor deverá, também, suprir as informações básicas de definição do módulo sendo criado (como já exemplificadas).

Do ponto de vista do aluno, um módulo simplesmente será uma pequena sequência ordenada de páginas Web que apresentem testes ou desafios curtos escritos na forma de um pequeno jogo, como um jogo da velha, um caça-palavras ou um jogo da memória. Mas poderemos ter também atividades mais ligadas ao jogo do tipo “Arcade”, que dará ao aluno maior familiaridade com os videogames tradicionais.

B. As mecânicas de jogo

As mecânicas são micro jogos que podem ser configurados ou mesmo tematicamente editados. A FME permite que o professor possa incluir um número ilimitado de mecânicas em um módulo, dando a flexibilidade para construir desde módulos simples, de execução direta e rápida, até atividades imersivas que poderão criar um desafio para o aluno enfrentar em várias horas de saudável confronto intelectual. Por exemplo, cinco páginas de caça-palavras para trabalhar com operadores matemáticos, onde, na sua edição, o professor colocará quais palavras (nome de operadores) ele quer que apareça no jogo.

Os recursos configuráveis ou editáveis em uma mecânica poderão variar da simples definição de quantas vezes uma determinada atividade de geração aleatória de ação temática será apresentada ao aluno até a possibilidade de configurar roteiros temáticos inteiros. Este recurso oferece ao professor uma poderosa ferramenta para incluir a sua temática no cardápio de interesse das atividades diárias do aluno. A expectativa é que a aprendizagem deixe de ser atividade obrigatória do dia e passe para o conjunto de interesse diário do estudante.

Aqui, é importante apresentar uma definição de jogos digitais com o objetivo de situar o conceito de mecânica dentro do módulo educacional. Jogo digital (ou eletrônico), segundo Schell [8], pode ser definido como um software composto de mecânica, narrativa, estética e tecnologias interativas. Podemos entender os jogos presentes nos módulos educacionais como uma classe de jogo digital onde a mecânica, a estética e as tecnologias são previamente definidas, mas a narrativa é construída pelo professor utilizando esta estrutura pré-programada para contar a sua história temática. A construção da narrativa, que poderá ser real ou simbólica, será feita para conduzir o aluno por uma jornada de desafios para o conhecimento.

C. Utilização da FME e dos módulos educacionais

A FME pode ser compreendida como um código ou mini código que poderá ser adicionado a uma SGA diretamente ou como serviço. Neste trabalho a FME foi incorporada na plataforma educacional XSaber. Usando a FME, o professor pode, então, construir seus módulos educacionais e publicá-los nos ambientes de compartilhamento do XSaber, ou então ser inserido pelo professor em objetos de aprendizagem (no caso do XSaber são usados os objetos Curso e Container) que, por sua vez, são compartilhados com os alunos dentro do plano pedagógico do professor. Neste trabalho, não entraremos em detalhes da operação da plataforma XSaber, uma vez que isso não é relevante para a nossa proposta. Além do mais, as diversas plataformas diferem entre si em suas funcionalidades, mas, em geral, todas elas possuem mecanismos de disponibilização de conteúdo multimídia interativo com seus usuários, e este é o único requisito para que a FME e seus módulos possam ser utilizados em uma plataforma.

Ao acessar o módulo educacional, o aluno será inicialmente apresentado a uma página de introdução e explicação do módulo. Ao mover adiante, o aluno encontrará a primeira mecânica configurada pelo professor e iniciará sua jornada pela narrativa construída. Uma segunda mecânica deverá suceder à primeira e assim por diante, levando o aluno através da jornada planejada pelo professor, até que o aluno conclua o conjunto planejado de atividades. Ao terminar, o módulo o aluno receberá sua informação de desempenho. Esta informação, junto a uma série de métricas de execução e resultados, será registrada na base de dados e formará o Big Data de interações pedagógicas do aluno. No XSaber, uma solução de EDM/KDD coleta, armazena e processa estes dados, fornecendo informações de aprendizagem aos professores e aos alunos. A ferramenta poderá também oferecer orientações de encaminhamento de ações, a partir do mapa de desempenho do aluno, para auxiliar o professor em suas tomadas de decisão. Tendo em vista que a FME funciona apenas como meio de aquisição dos dados, o ambiente de visualização do desempenho ficará a cargo do XSaber.

D. Coleta e armazenamento de dados

Como a utilização do conteúdo do módulo acontecerá pela interação do aluno com o jogo, as próprias mecânicas tratarão por coletar as informações de utilização e repassá-las para o

back-end do sistema a fim de armazená-las no devido espaço. Os dados que se pretende obter são:

- Dados coletados de um módulo: Tempo decorrido da primeira até a última página, páginas finalizadas com sucesso, e data da finalização do módulo.
- Dados coletados de uma página/mecânica: Tempo decorrido até o fim da mecânica, pontuação final da mecânica na presente utilização, quantidade de acertos, quantidade de erros, data da finalização da página/mecânica.
- Dados coletados das respostas: Resposta dada ou selecionada, resposta está certa ou errada, carimbo de data e hora dentro da presente execução.

III. DESENVOLVIMENTO

O processo de criação e disponibilização dos módulos educacionais aos alunos passa por 4 fases: (a) criação das mecânicas de jogos; (b) criação dos módulos educacionais na FME; (c) disponibilização dos módulos educacionais para os alunos; (d) utilização dos módulos educacionais pelos alunos. Esta última fase gera a necessidade de uma quinta fase, a Coleta de Dados, que é fundamental para o processo de avaliação da aprendizagem do aluno. A seguir descrevemos estas 5 fases considerando a utilização da FME no XSaber.

A. A criação das mecânicas de jogo

Para que os professores possam produzir os módulos educacionais na FME, esta tem que disponibilizar àqueles um conjunto de “blocos de montar jogos”, que chamamos de mecânicas de jogos.

Essas mecânicas devem ser produzidas dentro de regras estabelecidas para que possam ser selecionadas, editadas ou configuradas e incluídas em um módulo educacional. Elas podem ser desenvolvidas em diversas plataformas, mas têm sido principalmente usados os motores de jogo Construct 2, Construct 3 e Unity, com foco na produção de jogos 2D.

As mecânicas são implementadas como um jogo híbrido configurável, sendo que as regras de produção servem justamente para nortear os elementos que serão configurados pelo professor, e, assim, executar o plano pedagógico produzido pelo professor autor.

Cada mecânica requer um ambiente web de configuração de seu conteúdo, que será apresentado ao professor quando ele solicitar tal mecânica no SGA. Uma vez que o professor valida sua configuração, ela é gravada no banco de dados da FME de modo a ser lida toda vez que um aluno requisitar a execução da referente mecânica.

As mecânicas finalizadas, até o momento do presente trabalho, são:

a) *Texto e Imagem*: Não consiste em uma mecânica de jogo propriamente dita, mas uma aplicação feita no Construct 2 para que o professor possa criar textos e adicionar imagens, quando necessário, dentro do módulo, para leitura e interpretação do aluno.

b) *Rota Numérica*: Mecânica que consiste em formar, dentro de uma matriz de elementos numéricos e operativos, a rota de uma equação que gera o resultado solicitado pelo professor. O professor edita como conteúdo a equação completa, com resultado, mas apenas o resultado é informado ao aluno, sendo que a equação serve como base para a resposta certa.

c) *Cartas Espaciais*: Mecânica que consiste na geração aleatória de equações de operações básicas da matemática, de temática espacial. O professor edita como conteúdo o número de equações que serão geradas, quais operadores estarão presentes, e o tamanho dos números (casa das dezenas, centenas, etc.).

d) *Cartas Mágicas*: Semelhante à mecânica anterior, mas com temática voltada a mágicas de ilusionismo.

e) *Pintando*: Mecânica que consiste em o aluno pintar figuras igual a quantidade requisitada pelo jogo. Nele, o professor escolhe as figuras que aparecerão e o número de figuras que devem ser pintadas.

f) *Contando Elementos*: Mecânica que consiste em identificar quantas vezes um elemento apareceu em jogo para o aluno. O professor configura os elementos que podem aparecer, e quantas vezes eles irão aparecer na tela.

B. Criação dos módulos educacionais

Na FME encontramos o “montador” de mecânicas, as páginas de configuração de cada mecânica, e os recursos para publicação dos módulos no SGA.

Sobre o módulo, a sua área de edição (exemplificada pela Fig. 1) é o ambiente que permite a sua construção, através dos passos descritos na seção anterior. Essa área também é gerenciada, por meio de uma interface web, pelo professor, quando este almeja produzir um módulo para criar e descrever uma nova trilha pedagógica. Para tal, a edição de um módulo carrega a cartela de ofertas de mecânicas da FME, na qual se escolhe a mecânica desejada para ser adicionada ao módulo e configurada. Uma vez que a mecânica seja adicionada a um módulo, seu vínculo é registrado no banco de dados e carregado quando se executa a edição ou execução do módulo. Quando a mecânica é removida, esse vínculo é desfeito, e nunca mais será carregado.

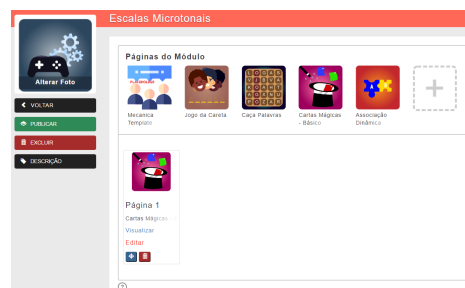


Fig. 1. Tela de montagem de um módulo educacional.

Assim, por exemplo, para adicionar uma atividade de caça-palavras, o professor deverá selecionar a mecânica de “Caça-Palavras” na lista de mecânicas e configurá-la com as palavras do seu plano pedagógico, e assim por diante.

Por fim, o XSaber apresenta algumas funcionalidades interessantes, tais como a visualização da mecânica configurada para que o professor possa “sentir” a experiência que o aluno terá. Existe também a opção de prever a página, para conferir seu conteúdo, caso o módulo ainda não esteja “editável”.

C. Disponibilizando para os alunos

Uma vez que um módulo tenha sido produzido e publicado em uma seção de publicação do XSaber (ou qualquer outro SGA), o professor poderá utilizar os recursos dessa plataforma para disponibilizar para o estudante o acesso ao módulo.

O módulo estará disponível para uso nos espaços de acesso do aluno, como aulas, materiais complementares ou outro local, quando o professor, através do SGA, estabelecer esse vínculo, que, no caso, é gerado pelo próprio XSaber. Portanto, a lógica do vínculo é o espaço de acesso do aluno que contém e executa os módulos.

É importante lembrar que os recursos de coleta de dados do módulo só poderão ser utilizados se ele for devidamente integrado ao SGA.

Ao acessar o módulo, o aluno visualizará sua primeira página onde o professor deverá ter inserido as informações de uso para aquele módulo. Como o módulo é uma sequência de páginas (mecânicas), o aluno irá navegar de uma página para outra, em cada página executando as atividades ou enfrentando os desafios, em direção à conclusão do módulo e da obtenção de melhor desempenho possível.

D. Coleta de dados

Quando o aluno executa uma mecânica, esta é carregada com as informações contidas nos arquivos de configuração do jogo gerados quando o professor o personalizou para os seus fins. As informações de entrada no jogo, produzidas pelo professor, e da saída, geradas através da interação do estudante com o jogo, são intercambiadas entre o SGA e a mecânica através de arquivos JSON. As informações de entrada contêm a personalização do jogo e as de saída contêm os resultados de desempenho do aluno. Estes últimos são recolhidos pelo módulo e registrados na base de dados do aluno para posterior processamento pelo sistema.

A critério do professor, o módulo poderá ser reexecutado pelo aluno e o desempenho total será alguma composição dos desempenhos das diversas execuções. Por exemplo, um professor pode determinar que o desempenho registrado do aluno será o melhor obtido, mas outro pode definir que o desempenho final seja aquele da execução mais recente.

Atualmente, as seguintes informações são coletadas através das mecânicas: a cada resposta dada ou item selecionado, por exemplo, num jogo Caça-Palavras quando o aluno faz a seleção de uma palavra na matriz de letras, é registrado o tempo de ocorrência do evento. Quando o estudante termina a mecânica, é registrado o tempo de permanência do estudante na mecânica e seu desempenho (relação entre a pontuação do estudante e a pontuação máxima possível).

Com estas informações coletadas e armazenadas na base de dados, o XSaber irá calcular as métricas de desempenho e poderá produzir diversas medidas de aprendizagem do aluno.

IV. RESULTADOS PARCIAIS E CONCLUSÃO

Neste trabalho apresentamos uma plataforma de produção de módulos educacionais a partir de mecânicas pré-programadas de jogos criadas e organizadas em um serviço de montagem e organização de mecânicas ao qual chamamos Fábrica de Módulos Educacionais. Esta proposta também tem como objetivo estudar a utilização de recursos lúdico-interativos no processo de ensino-aprendizagem, aliando a capacidade de coleta de dados de sistemas computacionais com uma solução que permite aos professores assumirem a liderança na construção das atividades temáticas usando jogos digitais educacionais. Dessa forma, espera-se que o professor tenha formas adicionais de complementar e avaliar o estado de suas aulas bem como dos alunos que as acompanham.

Nosso principal objetivo até agora foi o desenvolvimento da FME (como interface de construção dos módulos), a definição dos modelos possíveis de módulo educacional (indo desde uma simples sequência de páginas web lúdicos interativas até a concatenação bidimensional de jogos imersivos) e o desenvolvimento da metodologia de produção de mecânicas de jogos que possam ser utilizadas na plataforma. Até agora, estes três itens foram desenvolvidos e validados.

Na versão atual, a FME conta com pouco mais de duas dezenas de mecânicas, produzidas nas áreas de matemática e artes e direcionadas a alunos do Ensino Fundamental I. Como trabalhos futuros, pretendemos aplicar o modelo em projetos piloto em duas escolas da rede pública e montar uma equipe para desenvolver mecânicas em todas as áreas do ensino básico, do Infantil ao Ensino Médio, atendendo os conteúdos exigidos para a formação dos alunos na rede pública brasileira. Pretende-se, também, desenvolver estudos sobre a habilidade desta abordagem em avaliar corretamente a evolução de aprendizagem do aluno e associá-la aos processos pedagógicos empregados, com o auxílio dos mecanismos de extração de informação, KDD e EDM, presentes no XSaber.

REFERÊNCIAS

- [1] C. Haguenaer, M.v.f. Mussi, F. C. Filho, “Virtual learning environments: definitions and singularities,” *Revista EducaOnline*, [s.l.], v. 7, n. 3, p.33-50, 2013.
- [2] P. Dillenbourg, D. Schneider, P. Synteta, “Virtual learning environments,” *Proceedings for 3rd Hellenic. Conference “Information & Communication Technologies in Education”*, 2002, Rhodes, Greece. pp.3-18.J.
- [3] C. Romero, S. Ventura, “Educational Data Mining: A Review of the State of the Art,” *Ieee Transactions On Systems, Man, And Cybernetics, Part C (applications And Reviews)*, [s.l.], v. 40, n. 6, p.601-618, 2010.
- [4] M. Freire, Á. Serrano-Laguna, B. M. Iglesias, I. Martínez-Ortiz, P. Moreno-Ger, B. Fernández-Manjón, “Game Learning Analytics: Learning Analytics for Serious Games,” in *Learning, Design, And Technology*, [s.l.], p.1-29, 2016. Springer International Publishing.
- [5] A. C. G. Inocêncio “Processo otimizado para a produção de módulos educacionais: um estudo de caso do Projeto Conexão do Saber,” 191 p. Tese (doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Campinas, SP, 2011.
- [6] K. Muñoz, J. Noguez, P. Mc Kevitt, L. Neri, V. Robledo-Rella, T. Lunney, “Adding Features of Educational Games for Teaching Physics,” *Frontiers in Education Conference*, 2009.
- [7] A. Mitchell, C. Savill-Smith, “The use of computer and video games for learning: A review of the literature,” *Londres: Learning And Skills Development Agency*, 84 p., 2004.
- [8] J. Schell, “Arte de game design: do livro original”, Crc Press, 2010.