

Um Ambiente para Coleta, Integração e Mineração de Dados sobre o Comportamento de Estudantes na Utilização de JED e seu Desempenho em Avaliações Escolares

Cláudio A. Passos

Seção de Engenharia da Computação.
Instituto Militar de Engenharia.
Rio de Janeiro - RJ.
cpassos.cp2@gmail.com

Isabel Fernandes

CESUFOZ - Centro de Ensino
Superior de Foz do Iguaçu
Foz do Iguaçu/PR
ifsouza@yahoo.com.br

Ronaldo R. Goldschmidt

Seção de Engenharia da Computação.
Instituto Militar de Engenharia.
Rio de Janeiro - RJ.
ronaldo.rgold@ime.eb.br

Resumo — Grande parte das pesquisas com Jogos Educacionais Digitais (JED) procura avaliar o quanto a utilização desses jogos contribui para o aprendizado dos estudantes. Não raro, tais pesquisas compreendem estudos de caso onde os pesquisadores se encarregam de consolidar em planilhas eletrônicas os dados de rendimento acadêmico e de utilização do JED pelos discentes a fim de realizar análises em busca de correlações. Em geral, essa consolidação de dados é uma tarefa recorrente e trabalhosa que está sujeita a falhas decorrentes da intervenção humana. Assim sendo, o artigo apresenta a Memore-net, um ambiente computacional que minimiza a intervenção humana no processo de coleta, consolidação e cruzamento de dados sobre o comportamento de alunos na utilização de JED com dados dos rendimentos dos mesmos discentes em avaliações realizadas em sala de aula. Como ilustração do potencial do ambiente proposto, este artigo reporta os resultados preliminares obtidos em um estudo de caso envolvendo o JED “Formar Palavras” da Memore-net e quarenta alunos em fase de alfabetização.

Palavra-chave: Jogos Educacionais Digitais; Mineração de Dados Educacionais; Redes Sociais Educacionais.

I. INTRODUÇÃO

Cada vez mais, os jogos educacionais digitais (JED) têm sido adotados como ferramentas de apoio ao aprendizado nos diferentes níveis educacionais [1]. De fato, a utilização dos JED no âmbito escolar tem se mostrado interessante uma vez que, ao proporcionar a inserção do lúdico no processo de aprendizagem, torna o conhecimento lecionado mais interessante, interativo, significativo e desafiador [2]. Como consequência, atrai, aumenta a motivação e o engajamento dos estudantes durante o processo, favorecendo, desta forma, o aprendizado dos conteúdos escolares [3].

Neste cenário, uma das principais questões de pesquisa em aberto diz respeito à avaliação do quanto a utilização dos JED favorece o aprendizado dos alunos [4]. Diversos trabalhos voltados à investigação desta questão já foram desenvolvidos [5][6][7][8]. Grande parte deles consiste em estudos de caso onde o desempenho dos discentes é avaliado em sala de aula antes e após a utilização dos JED, e, em seguida, correlacionado com dados sobre o comportamento dos alunos durante a utilização dos jogos (e.g., tempo de exposição ao jogo, quantidades de fases alcançadas, dentre outros) [4][9].

Não raro, o pesquisador se encarrega de reunir em planilhas eletrônicas os dados de utilização do jogo e de rendimento acadêmico dos alunos a fim de realizar suas análises em busca de correlações. Em geral, a consolidação

de dados é uma tarefa recorrente e trabalhosa que demanda uma combinação de ações por parte do pesquisador e que, por ser realizada com intervenção humana, está sujeita a falhas [5][4][9].

Assim sendo, o presente artigo tem como objetivo apresentar a Memore-net, um ambiente computacional que minimiza a intervenção humana no processo de coleta, consolidação e cruzamento de dados sobre o comportamento de alunos na utilização de JED com dados dos rendimentos dos mesmos discentes em avaliações realizadas em sala de aula. Para tanto, o ambiente proposto foi concebido a partir de um banco de dados relacional que integra os dados de utilização de JED com os de avaliação de desempenho de discentes [10]. Alinhada com o modelo relacional adotado, a Memore-net oferece um conjunto de JED que podem ser configurados pelos docentes e utilizados pelos alunos, além de funcionalidades para cadastramento dos rendimentos das avaliações e para mineração de associações entre os dados coletados [10]. A fim de ilustrar a potencialidade do ambiente proposto, este artigo reporta os resultados preliminares da mineração dos dados obtidos a partir de um estudo de caso envolvendo a utilização do JED “Formar Palavras” da Memore-net por alunos de uma turma em fase de alfabetização de uma escola pública do Rio de Janeiro.

Este texto encontra-se organizado em quatro seções. A Seção 2 descreve conceitualmente a Memore-net, indicando as principais funcionalidades e o modelo de dados conceitual do ambiente proposto. Detalhes sobre o estudo de caso realizado e os principais resultados preliminares obtidos com a mineração dos dados coletados encontram-se mencionados na Seção 3. E, por fim, a Seção 4 apresenta as considerações finais do trabalho desenvolvido e apresenta alternativas de trabalhos futuros.

II. AMBIENTE PROPOSTO

Extensão do Memore, a Memore-net é uma plataforma colaborativa de apoio à aprendizagem que oferece recursos que permitem, aos interessados em educação apoiada por computador, interagir, formar grupos de interesse, compartilhar experiências, realizar práticas de ensino-aprendizagem, aprender e aprimorar ações e políticas pedagógicas no uso das tecnologias da informação e comunicação em sala de aula. Entre os recursos oferecidos, a Memore-net dispõe de um conjunto de JED que podem ser configurados por docentes e utilizados por alunos. Os jogos desse conjunto coletam dados sobre o comportamento dos jogadores durante sua execução.

Esta seção apresenta primeiramente o modelo funcional e o modelo de dados conceitual da Memore-net. Em seguida, comenta sobre o JED “Formar Palavras”, utilizado no estudo de caso realizado.

A. Modelagem

A Figura 1 apresenta, por meio de um diagrama de casos de uso [11], uma visão simplificada das principais funcionalidades da Memore-net que são relevantes no contexto do presente artigo e que se encontram comentadas a seguir.

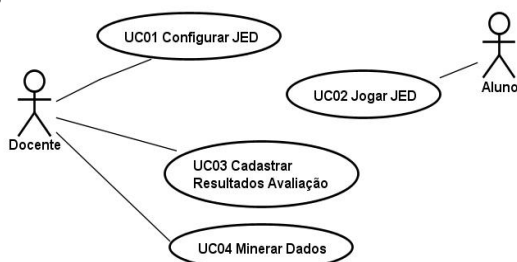


Figura 1. Funcionalidades oferecidas pela Memore-net, uma visão parcial relacionada ao uso de JED

Na Memore-net, o conteúdo de cada JED, objeto da aprendizagem, é configurável pelo docente e pode ser armazenado no banco de dados por meio do caso de uso UC01.

Uma vez configurado, o JED pode ser jogado pelos alunos. Sempre que um aluno joga o jogo (UC02), os dados sobre o seu comportamento de utilização são armazenados no banco de dados e podem, posteriormente, ser acessados pelo docente por meio de consultas.

O caso de uso UC03 permite que o docente cadastre o desempenho acadêmico individual dos estudantes obtido mediante avaliações realizadas em sala de aula.

O UC04 permite executar técnicas de mineração de dados disponíveis no ambiente. Entre elas está o algoritmo de mineração de dados *Apriori* [12] que, no contexto de aplicação deste artigo, busca identificar regras de associação entre os dados sobre os comportamentos de utilização dos JED pelos alunos e os dados de desempenho acadêmico desses alunos. Uma regra de associação é uma implicação da forma $X \rightarrow Y$, onde X e Y são conjuntos de itens tais que $X \cap Y = \emptyset$. Um item é uma condição que pode assumir valor verdadeiro ou falso em função do registro de dados considerado. Por exemplo, $R_1 : \{TurnoEstudo=Integral, PraticaEsporte=Sim\} \rightarrow \{DesempenhoEscolar=Bom\}$ é uma regra de associação onde $TurnoEstudo=Integral$, $PraticaEsporte=Sim$ e $DesempenhoEscolar=Bom$ são itens. Satisfazem a R_1 , todos os registros do conjunto de dados que satisfazem (i.e., tornam verdadeiros) esses três itens ao mesmo tempo. Uma regra de associação $R: X \rightarrow Y$ é dita frequente (resp. válida) se, e somente se, $Sup(R) = |X \cup Y| / |D| \geq MinSup$ (resp. $Conf(R) = |X \cup Y| / |X| \geq MinConf$), onde $X \cup Y$ é o conjunto de registros que satisfazem os itens em X e em Y simultaneamente; $Sup(R)$ e $Conf(R)$ são, respectivamente, o suporte e a confiança de R ; $|D|$ representa a quantidade total de registros de dados disponíveis no conjunto de dados D ; e $MinSup$ e $MinConf$ são parâmetros definidos pelo usuário. Considerando a regra R_1 exemplificada anteriormente, se o conjunto de dados tem 100 registros no total, dos quais 50 satisfazem simultaneamente aos itens

$TurnoEstudo=Integral$ e $PraticaEsporte=Sim$, mas apenas 45 desses, satisfazem também ao item $DesempenhoEscolar=Bom$, tem-se que $Sup(R_1)=45\%$ e $Conf(R_1)=90\%$. Assumindo, por exemplo, $MinSup=10\%$ e $MinConf=80\%$, R_1 seria considerada uma regra frequente e válida.

A Figura 2 apresenta um diagrama de classes da UML, [11], que contém uma visão parcial do modelo de dados conceitual simplificado (sem atributos) da Memore-net. Por meio deste modelo, pode-se perceber como as informações de desempenho acadêmico dos alunos em avaliações se integram às informações sobre o comportamento desses alunos na utilização do jogo “Formar Palavras”. As funcionalidades indicadas na Figura 1 acessam um banco de dados relacional projetado a partir do referido modelo.

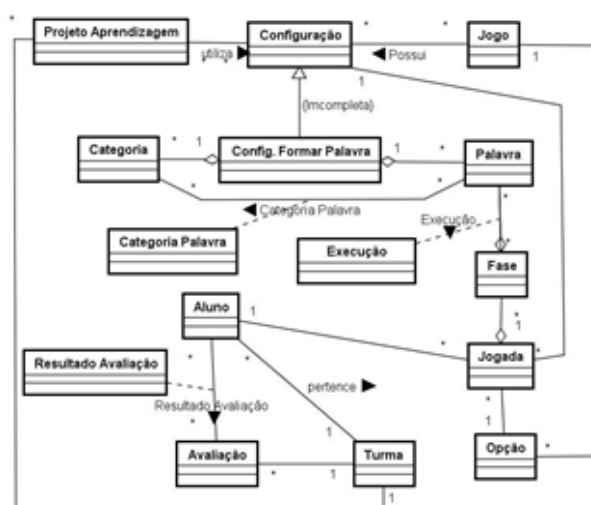


Figura 2. Modelo de dados conceitual parcial da Memore-net.

Ao capturar e armazenar de forma integrada os dados sobre o comportamento dos alunos durante a execução dos JED e os dados sobre o desempenho escolar desses alunos, e disponibilizar recursos para mineração desses dados, a Memore-net reduz a necessidade de intervenção humana no processo de identificação de correlações entre os dados, facilitando investigações que busquem responder o quanto o uso de JED pode favorecer o aprendizado dos alunos.

B. JED “Formar Palavras”

O JED “Formar Palavras” [10] consiste em um jogo, voltado para alfabetização, onde as palavras classificadas por fases e categorias são apresentadas com as letras embaralhadas, e o aluno por sua vez, deve posicioná-las na ordem correta em um período de tempo configurável. A estratégia de controle de tempo pode ser configurada de duas maneiras: limite de tempo para acertar uma única palavra ou limite de tempo para concluir uma fase. Em ambos os casos, o professor é quem delimita o tempo máximo da atividade. A escolha das palavras de cada fase é aleatória e é realizada a partir do conjunto cadastrado pelo docente no banco de dados. Cabe ressaltar, neste ponto, que não há qualquer limite com relação ao número de palavras cadastradas por fase.

O jogo disponibiliza cinco formas de opções de jogo. São elas: somente palavras; palavras acompanhadas de uma imagem; palavras acompanhada de uma dica; sílabas,

onde as palavras vêm com as sílabas embaralhadas; e por último a opção frase, onde as palavras que compõem a frase vêm sorteadas aleatoriamente. A Figura 3 ilustra a tela de opções do jogo.

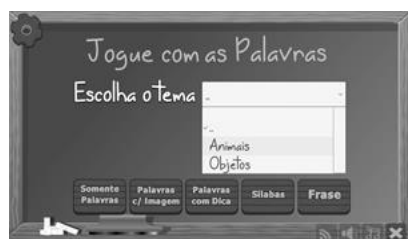


Figura 3. Tela de opções do JED “Formar Palavras”.

O jogo possui ainda uma estratégia de cálculo de pontuação. Quanto mais rápido o aluno conclui a atividade, maior a pontuação obtida por ele. A Figura 4 mostra a tela de encerramento do jogo com a pontuação obtida pelo aluno.

III. ESTUDO DE CASO E RESULTADOS PRELIMINARES

O primeiro estudo de caso em busca de resultados que apontem para a adequação da Memore-net foi realizado junto a quarenta alunos em fase de alfabetização de duas turmas do primeiro ano do ensino fundamental de uma escola pública do Rio de Janeiro. Conforme previsto no projeto de aprendizagem associado a este estudo de caso, os alunos utilizaram o JED “Formar Palavras” em duas etapas distintas.

Na primeira, os alunos participaram de forma colaborativa na configuração do objeto de aprendizagem do jogo. Detalhes sobre essa experiência podem ser obtidos no relato fornecido em [10]. Na segunda etapa, os alunos jogaram o “Formar Palavras” durante duas sessões de quarenta minutos cada.



Figura 4. Tela de encerramento do JED “Formar Palavras”.

Uma vez concluídas as etapas de utilização do JED, os alunos foram individualmente submetidos a uma avaliação em sala de aula. Os resultados das avaliações foram apurados e classificados em “Muito Bom”, “Bom” e “Em Desenvolvimento”.

Após a avaliação, as docentes responsáveis pelas turmas cadastraram na Memore-net os resultados obtidos.

Com todos os dados disponíveis no banco de dados da Memore-net, foi possível aplicar o *Apriori*. A Tabela I apresenta uma visão parcial do esquema da relação gerada automaticamente pelo ambiente e submetida como entrada para a implementação do algoritmo de mineração. Convém notar que tal relação é resultado da junção e consolidação dos dados de utilização do JED com os dados de desempenho dos alunos. Cabe notar que a fim de viabilizar

a utilização do *Apriori*, todos os atributos quantitativos foram discretizados em faixas.

A Tabela II resume, de forma simplificada, as principais regras de associação identificadas pelo algoritmo a partir dos parâmetros de suporte (10%) e confiança (80%) mínimos indicados. Elas ilustram o potencial da ferramenta em associar informações sobre o comportamento de utilização do jogo pelos alunos e seus respectivos desempenhos em avaliação de sala de aula.

Pelas regras mineradas, pode-se observar que a quantidade de palavras com as quais o aluno interagiu durante o jogo foi um fator que influenciou diretamente no desempenho do estudante. Quanto menos palavras jogadas pelo aluno, em geral, pior o desempenho dele na avaliação. Por exemplo, a regra 1 indica que 100% dos estudantes que acessaram menos de vinte palavras durante a utilização do jogo, obtiveram desempenhos fracos (em desenvolvimento) nas avaliações realizadas pelas docentes em sala de aula. Por outro lado, cerca de 61% dos estudantes que interagiram com mais de vinte palavras obtiveram desempenhos muito bons.

Outra característica do comportamento dos alunos no jogo que pareceu influenciar no desempenho foi a quantidade de palavras com sílabas não canônicas [13] manipuladas por eles. Segundo as regras, quanto maior o número de palavras com sílabas não canônicas acessadas pelo aluno, melhor o desempenho dele na avaliação de sala de aula (regra 3). A ideia por trás dessas regras é que, ao serem submetidos a mais palavras com sílabas não canônicas, os alunos tenham mais oportunidades para assimilar competências para lidar com palavras complexas e, consequentemente, obter maior êxito nas avaliações de sala de aula.

TABELA I. ESQUEMA PARCIAL DA RELAÇÃO GERADA PELA DE FORMA AUTOMÁTICA PELA MEMORE.NET.

Coluna	Descrição
Fase	Maior fase alcançada pelo estudante durante a utilização do jogo.
QtdPalavras	A quantidade de palavras manipuladas no jogo pelo aluno.
MdNumLetras	Quantidade média do número de letras das palavras manipuladas no jogo pelo aluno.
MdTpGasto	Tempo médio em que cada aluno permaneceu jogando.
QtdPalCanonicas	Quantidade de palavras contendo apenas sílabas canônicas manipuladas no jogo pelo estudante.
QtdPalNaoCanonica	Quantidade de palavras com sílabas não canônicas manipuladas no jogo pelo aluno.
Desempenho	Rendimento estudante em avaliação realizada em sala de aula.

TABELA II. REGRAS DE ASSOCIAÇÃO GERADAS NOS EXPERIMENTOS

Id Regra	Regra	Sup. (%)	Conf. (%)
1	Se QtdPalavras ≤ 20 então Desempenho = "Em desenvolvimento"	15,00	100,00
2	Se QtdPalavras > 20 e Fase ≥ 4 então Desempenho = "Muito bom"	46,15	80,70
3	Se QtdPalavras > 20 e Fase < 4 e QtdPalNãoCanonicas > 15 então Desempenho = "Muito bom"	15,38	100,00
4	Se QtdPalavras > 20 e Fase < 4 e QtdPalNãoCanonicas ≤ 15 então Desempenho = "Em desenvolvimento"	23,08	100,00

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da questão sobre o quanto a utilização de JED favorece o aprendizado dos alunos, o presente artigo teve como objetivo apresentar o ambiente computacional Memore-net. Tal ambiente procura facilitar o trabalho do pesquisador, minimizando a intervenção humana no processo de coleta, consolidação e cruzamento de dados sobre o comportamento de alunos na utilização de jogos com os rendimentos dos mesmos discentes em avaliações realizadas em sala de aula. Além de prover um banco de dados que integra os referidos dados coletados a partir de JED disponibilizados no ambiente, a Memore-net oferece recursos de mineração de associações entre os dados coletados.

Este artigo apresentou ainda um estudo de caso onde quarenta alunos do ensino fundamental de uma escola pública foram avaliados após utilizarem o JED "Formar Palavras". Os resultados preliminares deste estudo apontaram para a adequação do ambiente proposto.

Como trabalhos futuros estão: a realização de novos estudos de caso envolvendo novos alunos e novos JED; a incorporação de outros algoritmos de mineração de dados ao ambiente, além da inserção de uma dimensão temporal que permita acompanhar de forma longitudinal a evolução do aprendizado de cada estudante ao utilizar JED.

REFERÊNCIAS

- [1] D. P. Paz, M. H. I. Franco, S. C. Bertagnolli e H. J. M. Costa, "Desenvolvimento e avaliação de um jogo digital educacional sobre aspectos socioculturais de países hispano falantes," Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2018.
- [2] O. H. Mesquita, E. H. S. Aranha e T. R. Silva, "Uma abordagem para o desenvolvimento de jogos digitais educativos no ensino Básico," Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2018.
- [3] G. F. Guarda e I. F. Goulart, "Jogos lúdicos sob a ótica do pensamento computacional: Experiência do projeto logicamente," Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2018.
- [4] M. J. Faria e R. Colpani, "Joy e as letrinhas: Um serious game como ferramenta de auxílio no processo de alfabetização de crianças do ensino fundamental," Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), vol. 25, n. 2, 2017, pp. 61-86.
- [5] E. R. N. Victal e C. S. Menezes, "Avaliação para aprendizagem baseada em jogos: Proposta de um framework," XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 2015, pp. 970-977.
- [6] D. K. Ramos, "Jogos cognitivos eletrônicos: Contribuições à aprendizagem no contexto escolar," Revista Interdisciplinar Ciências & Cognição, Rio de Janeiro, vol. 18, n. 1, 2013.
- [7] E. Silva e F. G. S. Pires, "O uso do jogo educacional Eu sei contar como auxílio da matemática no ensino infantil," Anais do Workshop de Informática na Escola, vol. 23, n. 1, 2017.
- [8] L. A. Cotonhoto e C. B. Rossetti, "Prática de jogos eletrônicos por crianças pequenas: O que dizem as pesquisas recentes?," Revista psicopedagógica, São Paulo, vol. 33, n. 102, 2016, pp. 346-357.
- [9] W. O. Santos e C. G. Silva Junior, "Virtualização de jogos educativos: Uma experiência no ensino de matemática," Revista Brasileira de Informática na Educação, vol. 24, n. 2, 2016.
- [10] C. A. Passos, I. Fernandes e R. R. Goldschmidt, "Elaboração e avaliação de projeto de aprendizagem apoiado em jogos educacionais digitais: Um relato de experiência com alunos em alfabetização," Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) in Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE/2019), Brasília, no prelo.
- [11] E. Bezerra, "Princípios de análise e projeto de sistema com UML," Elsevier Brasil, 2016.
- [12] R. R. Goldschmidt, E. Bezerra e E. L. Passos, "Data mining: Um guia prático," 2. ed., Rio de Janeiro, Campus, 2015.
- [13] M. A. Oliveira, "Trabalhando com a sílaba no ensino da escrita," Revista Educação (Especial Guia da Alfabetização), São Paulo, 2010.