

Acompanhamento de Aprendizado em Dashboards de Dados de Gameplay de Jogo Digital Educacional

Felipe da Silva Lancelotte¹, Caio de Almeida Eppenstein de Carvalho¹,
Tadeu Moreira de Classe^{1,2}, Ronney Moreira de Castro³

¹Bacharelado em Sistemas de Informação (BSI)
Escola de Informática Aplicada (EIA)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

²Grupo de Pesquisa em Jogos Digitais para Contextos Complexos (JOCCOM)
Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

³Departamento de Ciência da Computação (DCC)
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

felipe.lancelotte@uniriotec.br, caio.carvalho@uniriotec.br
tadeu.classe@uniriotec.br, ronney.castro@ufjf.br

Abstract. *Games generate vast amounts of player data during the gameplay. These data could present helpful information about the student's learning processes in educational games. Nevertheless, extracting, storing, analyzing, and presenting these data takes work. In this research, we propose to develop a prototype of an educational game enabled to extract players' data, send them to a data server, and treat and present them as dashboards to teachers. We evaluate this proposal with students of a game design class in a quasi-experimental study. The teacher of the class received the dashboards with students' gameplay data to analyze and follow the students' learning process and evaluate if our proposal was helpful to this goal. As a result, we had evidence that our approach could support teachers in following the learning process and looking into gaps in each student's knowledge. Therefore, this research contributes to educational games, presenting them not only as playful tools for teaching and learning but as alternative methods to evaluate and follow students' progress.*

Keywords. *Educational game, Dashboard, Gameplay Data, Student Progress*

Resumo. *Durante o gameplay, os jogos produzem uma grande quantidade de dados relacionadas às ações dos jogadores. Em se tratando de jogos educativos, estes dados podem apresentar informações úteis sobre o processo de aprendizado dos alunos. Entretanto, extrair, armazenar, analisar e apresentar estes dados um processo é trabalhoso. Nesta pesquisa tem como objetivo apresentar um protótipo de jogo educacional preparado para extrair dados de gameplay, enviando-os para um servidor, tratá-los e apresentá-los a professores em forma de dashboards. A avaliação da proposta se baseou em estudos quasi-experimentais, sendo realizada com alunos de uma disciplina de desenvolvimento de jogos. Dashboards foram gerados com os dados de gameplay, sendo apresentados ao docente da disciplina para que ele pudesse analisar o processo de aprendizado dos alunos e a utilidade da proposta. Como resultado foram observados indícios de que a proposta pode auxiliar o professor a acompanhar processo de aprendizado, ajudando-o a identificar as lacunas de conhecimento de cada aluno. Portanto, este trabalho contribui com o tema jogos educacionais, apresentando-os não apenas como ferramentas lúdicas para o ensino e aprendizagem mas, também, como meio alternativo de avaliação e acompanhamento de desempenho de alunos.*

Palavras-chave. Jogo Educacional, Dashboard, Dados de Gameplay, Desempenho de Alunos.

1. Introdução

Os jogos se tornaram atividades altamente populares e compõem um dos segmentos mais lucrativos do mercado de entretenimento, conseguindo uma rentabilidade superior aos das obras musicais e cinematográficas combinados [Povo 2022]. Para além do simples entretenimento, eles estão sendo amplamente utilizados em outras áreas (saúde, educação, treinamento, etc.), atuando como ferramenta de suporte ao engajamento e facilitação de compreensão dos jogadores sobre determinados temas, ensinando-os a partir de suas características de imersão e ludicidade [Barros et al. 2019, Ferreira et al. 2021, Rufino Júnior et al. 2022].

Como ferramenta de suporte ao aprendizado e treinamento, os jogos podem gerar grandes quantidades de dados a partir da interação do jogador com o jogo durante o *gameplay*. Esses dados podem ser importantes para descoberta de informações úteis sobre o comportamento de jogadores ou outros fatores como engajamento e persistência, bem como seu aprendizado [Alonso-Fernández et al. 2019].

Pensando especificamente no contexto de aplicação de jogos para a educação (ou jogos educacionais ou jogos educativos), as informações derivadas do *gameplay* podem ser uma matéria-prima útil para que um docente possa obter *feedback* instantâneo sobre a aprendizagem de seus alunos. Além disso, tais informações são benéficas também aos alunos, fornecendo a eles dados sobre seu processo de aprendizagem [Halverson e Owen 2014, Almeida 2015]. Desta forma, o jogo passa a ser não só uma ferramenta usada para reforçar conteúdos pedagógicos no processo de aprendizagem dos alunos, mas também serve como uma ferramenta avaliativa que fornece *feedback*, em tempo real, sobre o processo de aprendizado tanto para alunos quanto aos professores [Almeida 2015, Vidakis et al. 2019, Moraes et al. 2021].

No entanto, realizar a coleta e exibição de dados que reflitam os objetivos de aprendizado de certo conteúdo pedagógico (compreensão do conteúdo, desempenho do aluno em competências, notas, etc.) não é uma tarefa fácil. É possível que professores não estejam familiarizados com o uso de técnicas de extração e análise e visualização de dados [Calvo-Morata et al. 2019]. Por outro lado, na imensa maioria dos casos, os jogos educativos também não são preparados para gerar dados educacionais a partir do *gameplay*, que possam ser explorados, analisados e apresentados de maneira intuitiva e de fácil entendimento [Alonso-Fernandez et al. 2017, Calvo-Morata et al. 2019].

Visto isso, observa-se o problema: **Como dados de *gameplay* e jogos educacionais podem ser coletados e apresentados a professores e alunos de forma a auxiliá-los na percepção do aprendizado?** Isto é relevante de se investigar uma vez que a coleta e visualização de dados torna o processo de ensino mais flexível. Isto é, ela permite ao professor tomar decisões que ajudem no planejamento do ritmo de aprendizado da turma, embasado no próprio conhecimento observado nos dados, sem a necessidade de uso de sistemas avaliativos tradicionais como provas, trabalhos etc. Além disso, a partir destes dados, é possível perceber pontualmente alunos que estejam com maiores dificuldades, ou ainda, o rendimento geral da turma [Calvo-Morata et al. 2019, Moraes et al. 2021].

A partir disso, este trabalho tem por objetivo apresentar um protótipo de um jogo educativo, considerando o envio de dados de *gameplay* para um repositório de dados, no qual tais dados serão tratados e, posteriormente apresentados para alunos e professores, de forma simples e compreensível em *dashboards*, possibilitando que tanto alunos quanto professores possam avaliar o processo de ensino e aprendizagem. Para a avaliação, o protótipo de jogo

digital foi submetido a um estudo quasi-experimental, tendo como propósito avaliar se houve uma melhora dos alunos em relação ao conteúdo pedagógico temático do jogo e a visão do professor sobre os dashboards apresentados a ele.

Este artigo está organizado em: Seção 2 apresenta os conceitos base da pesquisa. A Seção 3, os trabalhos relacionados. Na Seção 4 é apresentado a abordagem proposta e na Seção 5 a proposta é avaliada. Por fim, a Seção 6 apresenta as considerações finais do trabalho.

2. Conceitos Relacionados

2.1. Jogos com Propósitos e Jogos Educacionais

Os jogos possuem diversas classificações ou nomenclaturas que têm a função de explicitar quais ideias e funcionalidades eles entregam. Uma dessas classificações é a de jogos com propósito, também conhecidos como jogos sérios [Michael e Chen 2005, Von Ahn e Dabbish 2008, Dörner et al. 2016]. Estes tipos de jogos são criados com o objetivo principal de não serem somente focados no entretenimento (embora seja importante entreter o jogador). Eles utilizam o meio artístico para transmitir mensagens, ensinar lições e fornecer experiências para seus jogadores. Portanto, o termo “sério” não está associado ao jogo ser maçante, desmotivante; pelo contrário, tal termo reflete somente o propósito para que o jogo foi criado [Xexéo et al. 2017].

Jogos com propósito mostram que é possível utilizar diversão e entretenimento para agregar, por exemplo, aprendizado. A este tipo de jogo, dá-se o nome de Jogo Educacional. Tais jogos buscam entregar ao jogador conhecimentos relacionados a conteúdos educacionais, informações a respeito de acontecimentos recentes, treinamento em determinadas áreas de atuação ou até mesmo divulgação de produtos [Roland et al. 2004]. São jogos voltados para o processo de ensino e aprendizagem do jogador, transmitindo conhecimento pedagógico através de um ambiente lúdico [Roland et al. 2004].

2.2. Visualização de Dados a Partir de Jogos Digitais

Visualização de Dados (*Data Visualization*) é a forma de representar dados obtidos de alguma fonte em ilustrações, gráficos, tabelas, entre outros [Meloncon e Warner 2017]. Frequentemente, a visualização de dados é associada ao tema de análise de dados (*Data Analytics*), o qual consiste em transformar dados brutos em informações úteis que podem ser usadas para tomada de decisões [Hair 2011].

A coleta e análise de dados também se faz presente na área de jogos. A partir de dados coletados e armazenados através da interação dos jogadores com o jogo, é possível extrair informações importantes para o próprio desenvolvimento do jogo, ou até mesmo para o aspecto econômico, importante para as empresas responsáveis pelo jogo ou outras interessadas [Seif El-Nasr e Kleinman 2020]. Neste contexto, os dados analisados podem explicitar informações úteis como, por exemplo: algum problema no *game design* - a nível do projeto de jogos; indicar quais as práticas têm gerado mais interesse dos jogadores - a nível de experiência; ou, até mesmo, informações estatísticas de *gameplay* e aprendizado - a nível de aquisição de conhecimento [El-Nasr et al. 2016, Mohapatra et al. 2023].

Portanto, associado ao tratamento dos dados, é importante ter um mecanismo de visualização simples como tabelas, gráfico de barras, gráfico de setores etc. Existem também outras formas específicas para representar certos tipos de dados, como: *heatmaps*, que representam a intensidade de interações que acontecem pelo mapa do jogo; sistemas de visualização espaço-temporal, que servem para representar variáveis do jogo pelo mapa ao longo do tempo; e sistemas de visualização de transição de Estado-Ação, que representam o estado do jogo ao longo das ações tomadas pelo jogador. [El-Nasr et al. 2016, Cardoso e Otsuka 2018, El-Nasr et al. 2021].

Em jogos educacionais tais mecanismos podem fornecer aos docentes indicadores sobre o processo de aprendizagem e andamento da turma. Desta maneira, apoiado pela análise de dados e a disponibilidade da informação de forma simples, o professor pode tomar decisões e, até mesmo, alterar as práticas pedagógicas buscando maximizar o aprendizado dos alunos [Tlili et al. 2015].

3. Trabalhos Relacionados

A visualização de dados, um dos temas centrais deste trabalho, mostra-se um ponto de interesse e de intersecção em pesquisas voltadas para jogos educacionais [Cardoso e Otsuka 2018]. Desta forma, buscou-se identificar na literatura outros estudos próximos para que fosse possível encontrar inspirações e comparações de pontos positivos e lacunas para a proposta apresentada neste trabalho.

Alencar et al. [2020] criaram um jogo educacional para o ensino de operações básicas de matemática (“Tricô Numérico”) e utilizaram de ferramentas para coletar e analisar dados gerados através da interação dos jogadores com o jogo. Apesar de não preparar um *dashboard*, o estudo busca analisar os dados coletados e apresenta gráficos que foram gerados a partir dessa coleta. No entanto, o estudo não foi avaliado em um contexto de real de sala de aula.

Ao realizar um estudo que visava adaptar *dashboards* genéricos para um contexto específico, Calvo-Morata et al. [2019] identificaram um processo metodológico para realização dessa tarefa. Em seu estudo, os autores destacam a importância da participação do professor ao longo do processo de criação do jogo educacional e do *dashboard*, assim como a preocupação com a segurança dos dados. Ainda neste estudo, é apresentada a proposta de utilização de uma chave identificadora para substituir o nome dos alunos, garantindo assim uma segurança dos dados, já que apenas o próprio jogador e o professor teriam a correlação entre nome e pseudônimo. O anonimato é importante para garantir a privacidade das partes envolvidas e manter a relação limitada ao aprendizado do aluno. Tal aspecto também foi levado em consideração no desenvolvimento do jogo proposto neste trabalho.

Estes trabalhos serviram de base e inspiração para a concepção da proposta de estudo apresentada neste trabalho. Entretanto, existem alguns pontos no qual a proposta aqui apresentada avança um pouco sobre as demais. Neste trabalho, a partir dos elementos de *game design*, os quais são alinhados aos objetivos educacionais, é possível planejar com antecedência quais são os dados a serem coletados e o tipo de visualização possível para as informações importantes destacadas pelo professor. A participação do professor na construção tanto do jogo quanto da visualização dos dados é de suma importância, portando, o mesmo deve acompanhar o processo de *game design* a todo momento.

Além disso, neste artigo foi realizada a avaliação do protótipo de jogo digital educacional em um contexto real. Ou seja, após os jogadores-alunos finalizarem o *gameplay*, os resultados foram analisados e comparados à sua percepção de aprendizagem, informada em um questionário de opinião. Por fim, uma avaliação do jogo a partir da percepção do próprio docente foi conduzida, buscando identificar a utilidade das informações sobre o processo de aprendizado coletadas durante o *gameplay*.

4. Proposta de Solução

A proposta de solução deste artigo (Figura 3) se baseia no design de um jogo digital educacional, no qual seus elementos reflitam conteúdos pedagógicos de um tema e, a partir dos elementos de design do jogo, dados fossem coletados durante o *gameplay*. Tais dados serão enviados para um servidor, o qual possibilitaria sua análise. Por fim, em um portal público, os dados em formato de *dashboard* seriam disponibilizados para que o professor pudesse analisar o processo de aprendizado da turma sobre o tema.

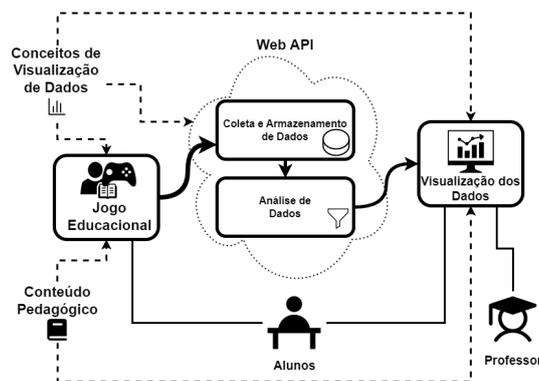


Figura 1. Proposta de Solução.

4.1. O Jogo Eureka Game

Para a concepção do jogo educacional Eureka Game a disciplina escolhida foi “Desenvolvimento de Jogos”, e o conteúdo pedagógico selecionado foi o projeto de um jogo a partir dos elementos da “Tétrade Elementar de Schell” [Schell 2019]. Todo o processo foi realizado junto ao professor da disciplina e tendo o suporte da Taxonomia de Bloom [Seaman 2011].

Definidos os objetivos de aprendizagem, o passo posterior foi a realização de um *brainstorming*, sobre os principais aspectos de *game design* definidos no canvas ENDO-GDC [Taucei 2019]. A Tabela 1 apresenta os principais elementos previstos pelo ENDO-GDC, sendo possível perceber: o problema que o jogo irá enfrentar, o perfil do jogador, o conteúdo pedagógico, os feedbacks educacionais para alunos e professor, a história, o objetivo do jogo, as principais estéticas, as dinâmicas, as mecânicas, as restrições e as inspirações do jogo.

Tabela 1. Elementos de design do jogo segundo o ENDO-GDC

Elemento-chave	Descrição
Problema	Os aspectos da aprendizagem de desenvolvimento de jogos podem ser um pouco abstratos
	Ausência de uma ferramenta que acompanhe a evolução do aprendizado dos alunos a respeito dos diferentes aspectos dos pilares de game design
Jogador / Aluno	Alunos de Desenvolvimento de jogos que estejam iniciando na área de game design
Conteúdo Pedagógico	Mecânica, Narrativa, Estética, Tecnologia
Feedbacks Educacionais	Serão visíveis através do Dashboard que o professor terá acesso
Inspirações	Hearthstone, Yu Gi Oh!, Pokémon TCG, Magic The Gathering
História	O Jogador está em uma feira de desenvolvimento de jogos e deve montar um jogo exercitando seus conhecimentos de elementos da Tétrade de Schell (meta-jogo)
Objetivos do Jogo	Montar um jogo utilizando cartas com condições diversas
Estética	Identificação, Alegria, Orgulho, Curiosidade, Excitação
Dinâmicas	Desafios baseados em elementos da Tétrade de Schell
	Montar uma mão com condições específicas
Mecânicas	Gerenciamento de recursos (mana)
	Comprar cartas
	Ativar efeitos especiais
Restrições	Unity, PC

Desta forma, surgiu o “Eureka Game”¹, um jogo digital educativo baseado em cartas, no qual o aluno precisa projetar as melhores mecânicas, dinâmicas, estéticas e tecnologias possíveis com as cartas que lhe são apresentadas, construindo a ideia de um jogo digital. O jogo *level design* foi pensado de modo que o jogador exercite cada um dos elementos da téttrade por turno (Figura 3A). Desta maneira, é possível realizar a coleta das informações de *gameplay* dos jogadores durante cada turno, enviando-as ao *dashboard*.

Para encerrar um nível, o jogador deve gerenciar recursos limitados para comprar quatro cartas da mesa para sua mão. As cartas, por sua vez, possuem afinidades maiores ou menores com elementos da téttrade, como por exemplo: “Pulo Duplo” (mecânica), “Engine” (tecnologia), “Cell Shading” (estética) ou “Espada” (narrativa/mecânica). Dependendo de

¹<https://joccom.uniriotec.br/games/eureka/>

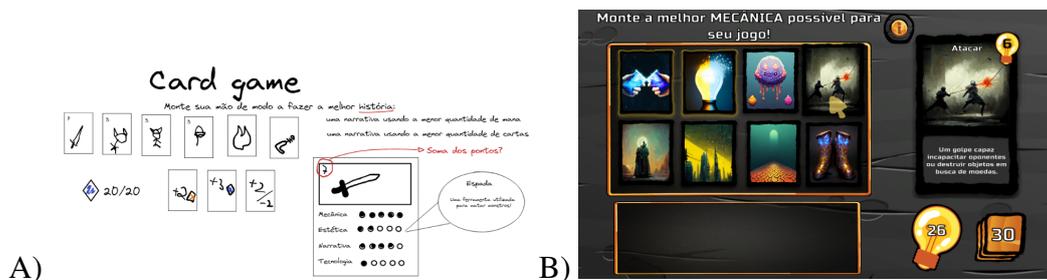


Figura 2. A) Esboço do Jogo. B). Nível Mecânica e Pontuação de Cartas.

qual dos quatro níveis o jogador estiver, ele deve priorizar cartas que possuam relação com o elemento da Tétrade de Schell que aquele nível aborda.

O custo das cartas foi uma mecânica criada para gerar desafio aos jogadores, sendo um componente de gestão de recursos. Além das cartas comuns, foram criadas também cartas especiais que, também por um determinado custo, teriam diversos efeitos sobre o jogo e trariam uma sensação de dinamismo maior durante as partidas (Figura 3B). Por fim, foi implementada a possibilidade do jogador entrar com um apelido, de forma que os seus dados de *gameplay* pudessem ser identificados pelo professor no *dashboard*.

4.1.1. Elementos Avaliativos no Game Design

Na concepção dos elementos do Eureka Game, já havia uma noção de que as cartas iriam possuir uma pontuação relativa a um determinado aspecto da Tétrade de Schell e que cada fase do jogo representaria um desses temas (Figura 3B). Optou-se, então, pela ideia de somar os pontos das cartas escolhidas durante cada fase, resultando em uma pontuação total para cada um dos temas (pontuação máxima: 24 pontos por nível). Uma pontuação alta em um nível levaria ao entendimento de que o jogador conseguiu escolher cartas que combinavam com o tema em questão e, portanto, cumpriu os objetivos de aprendizado do tema. Uma pontuação baixa, poderia significar que os objetivos educacionais não foram alcançados.

Como se trata de um jogo de cartas, a sorte também seria um fator presente. Dessa forma, uma outra possibilidade de pontuação baixa (além do jogador escolher cartas com um baixo valor de pontos) seria uma rodada que nem sequer apresentasse cartas com alta pontuação. Sendo assim, as cartas também foram projetadas levando isso em consideração e gerando equilíbrio para cada turno. Ademais, o jogador pode repetir a fase, tendo uma outra chance de testar seus conhecimentos e possivelmente conseguir uma pontuação maior.

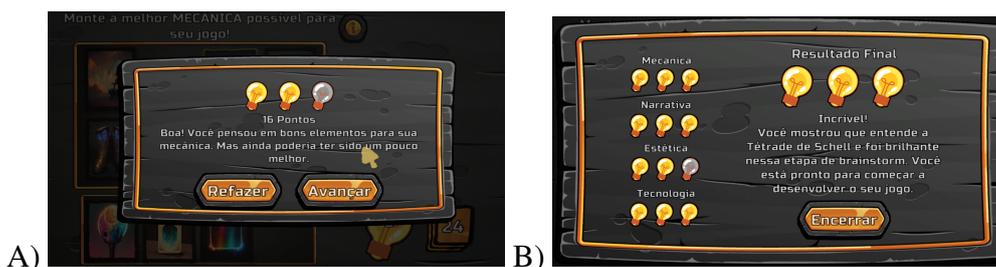


Figura 3. A) Esboço do Nível. B). Feedback Final da Partida.

4.1.2. Dashboards

Em paralelo ao jogo digital educacional, foi preparada uma base de dados usando o ambiente *Cloud MongoDB*², capaz de receber os dados de *gameplay* do Eureka Game, além de possibilitar a análise e criação de *dashboards* com os dados em sua funcionalidade *Charts*. Pensando no acompanhamento do aprendizado dos alunos pelo professor, foram criados quatro *dashboards* com propostas distintas, sendo eles: “Média da Turma”, “Melhor pontuação por nível”, “Evolução por jogador” e, “Média do Jogador”.

Em relação às informações gerais da turma, o gráfico de média da turma fornece a média da pontuação de todos os alunos, sendo agrupados pelos elementos da Tétrade de Schell (Figura 4A). Neste gráfico, é possível perceber em quais competências a turma precisa de mais atenção e reforço. Ainda sob o aspecto da turma, o gráfico de melhor pontuação por nível (Figura 4B) exhibe as melhores pontuações dos alunos considerando o elemento da téttrade. Assim é possível analisar quais foram os alunos que obtiveram melhores resultados em um tema e conseqüentemente, reforçar os conceitos para alunos que não foram tão bem.

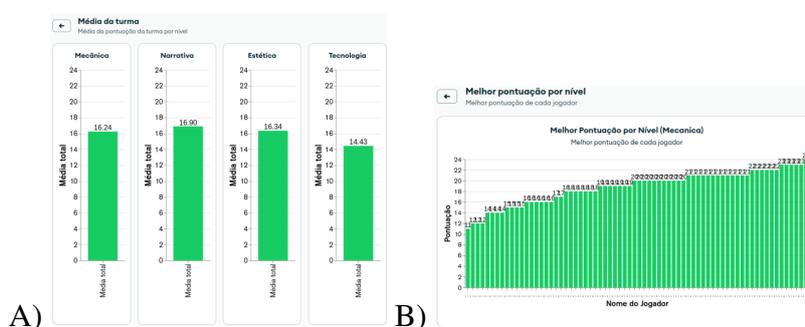


Figura 4. A) Média da turma por nível. B) Melhor pontuação por nível.

Ao verificar o processo de aprendizado da turma, o professor pode querer analisar individualmente algum aluno para identificar possíveis inconsistências. Pensando nisso, o gráfico de média do aluno (Figura 5A) permite ao professor analisar a média de resultados de um aluno sobre o aprendizado de determinado elemento da téttrade e, conseqüentemente, analisar suas limitações de aprendizado. Complementarmente, o gráfico de evolução do aluno (Figura 5B) apresenta a informação sobre o processo de aprendizado por elemento, mostrando a curva de tentativas do estudante, permitindo que o professor identifique se o processo de aprendizado evoluiu ou não.

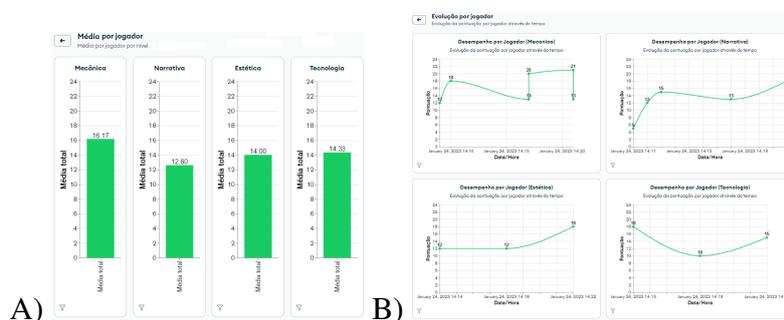


Figura 5. A) Média do aluno por nível. B) Evolução do aluno no nível.

5. Avaliação do Jogo

5.1. Planejamento Metodológico

Neste trabalho de pesquisa, a solução proposta foi avaliada por um estudo misto, envolvendo análises quantitativas e qualitativas [McCusker e Gunaydin 2015], seguindo as etapas de: 1)

²mongodb.com/

definição; 2) planejamento; 3) execução; e 4) análise.

Sendo assim, é possível descrever a **definição** como: **Analisar** a proposta do Eureka Game; **com propósito** de avaliação; **no que diz respeito ao** acompanhamento do processo de aprendizagem e da utilidade do jogo; **do ponto de vista do** docente; **no contexto** de um jogo digital educacional.

O **planejamento** considerou 3 etapas: 1) coleta de perfil dos alunos; 2) execução do jogo educacional e; 3) entrevista com o docente responsável da disciplina. Na primeira etapa foram coletadas informações como idade, gênero, formação e se já tinha cursado alguma disciplina ou realizado estudo sobre game design anteriormente. Nesta etapa os dados foram analisados qualitativamente. Na segunda etapa, os alunos executaram o jogo, informando apelidos para que fosse possível o envio das informações ao banco de dados e, posteriormente, a análise dos dados e apresentação dos gráficos. Estes dados, foram tratados quantitativamente. Por fim, na terceira etapa, a entrevista, o docente responsável pela turma na qual o jogo foi aplicado foi entrevistado, sendo questionadas suas percepções em relação aos *dashboards* do jogo, sendo as repostas analisadas qualitativamente.

Os **participantes** foram selecionados por conveniência, compreendendo alunos e o professor da disciplina de desenvolvimento de jogos, de um curso de bacharelado em sistemas de informação, de uma universidade pública brasileira. Os dados foram coletados de forma individual e única (ninguém participou mais de uma vez), sendo obtidos 54 participantes. Eles voluntariamente participaram do estudo, como declarado em termo de consentimento livre e esclarecido. Vale ressaltar que, nenhuma informação sensível do participante, ou que leve a sua identificação foi solicitada, conforme estabelecido na lei geral de proteção de dados (LGPD).

Os dados foram interpretados e analisados por um software de análise quantitativa (*R Statistics 4.0.1*) e qualitativa (*Atlas.ti*). Para auxiliar nas análises, os dados coletados foram sumarizados em tabelas com auxílio do *Microsoft Excel*, o que permite uma interpretação simplificada das informações. Todos os dados foram coletados do *gameplay* dos alunos e da entrevista com o professor.

5.2. Análise dos Resultados

A **execução** do Eureka Game ocorreu entre 24/01/2023 a 10/02/2023, sendo os dados coletados neste mesmo período. Nas análises, os dados apontaram para um perfil predominante de participantes: homens, com ensino fundamental médio, com idade entre 18 e 29 anos, que jogam frequentemente e que ainda não estudaram sobre design de jogos.

5.2.1. Análise de Aprendizado

A Figura 6A apresenta a média de pontuação dos alunos da turma em cada um destes conceitos. Para análises é necessário considerar o máximo de 24 pontos (pontuação máxima do nível conforme balanceamento apresentado na Seção 4.1.1). Uma análise possível de ser realizada é classificando as médias em: 0 a 7 - insuficiente; 8 a 15 - regular; 16 a 24 - bom. A partir disso, ao analisar as informações nos gráficos, o professor pôde perceber que a média da turma varia entre 14,55 (tecnologia) e 17,07 (narrativa). Assim é possível observar um bom aprendizado em relação a mecânica, narrativa e estética, enquanto para tecnologia foi insuficiente. Isso indica ao professor uma necessidade de reforçar o conteúdo sobre tecnologia com a turma. Entretanto, para todos os elementos há possibilidade de melhora.

Ao analisar por estatística descritiva as notas extraídas dos alunos, apresentadas na Figura 6B, da seguinte forma: nota da primeira tentativa, nota da melhor tentativa, média

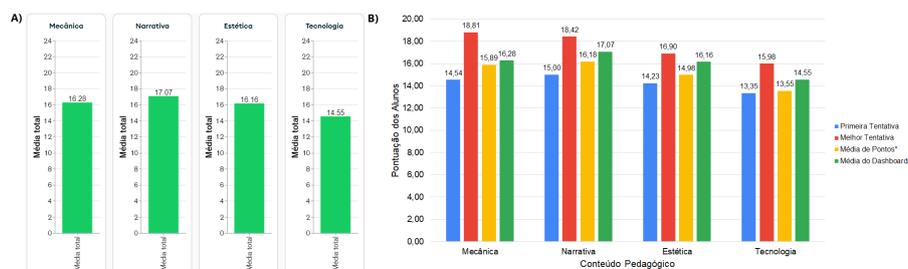


Figura 6. A) Dashboard: média de pontos da turma. B) Análise dos pontos da turma.

calculada de pontos, média de pontos no *dashboard*³, percebe-se que há indícios de melhoria nos resultados dos alunos para todos os elementos na tétrede. Isto é, analisando a média de pontos da primeira tentativa em relação a segunda, é fácil perceber que: mecânica - melhora de 4,27 pontos (17,79%), passando de regular para bom; narrativa: melhora de 3,42 pontos (14,25%), passando de regular para bom; estética: melhora de 2,67 pontos (11,12%), passando de regular para bom e; tecnologia: melhora de 2,63 pontos (10,95%), passando de insuficiente para regular.

A Figura 7A, apresenta a quantidade de alunos que melhoraram ou não suas notas. Considerando que aqueles que fizeram apenas uma tentativa por nível, não melhoraram em comparação da primeira com a melhor nota. Neste caso, é possível perceber uma grande quantidade de alunos que melhoraram os pontos em relação ao conceito de mecânica. Enquanto nos outros contextos houve praticamente uma relação de 50% entre a quantidade de alunos que melhoraram suas pontuações.

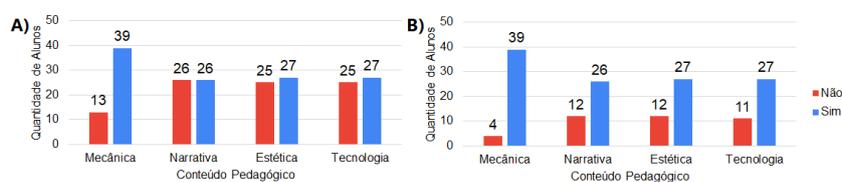


Figura 7. Melhora na pontuação: A) Todos alunos. B) Desconsiderando alunos que tentaram apenas 1 vez.

Ao excluir do cálculo os alunos que realizaram apenas 1 tentativa por conceito (Figura 7B), é possível observar que, dos alunos que fizeram mais de uma tentativa de melhoria, grande parte deles conseguiu melhorar sua pontuação da primeira até a melhor tentativa. Isso pode ser considerado mais um indício que ao jogar mais de uma vez cada nível dos elementos da tétrede, os alunos conseguiram melhorar suas pontuações, exercitando mais vezes cada um destes conceitos de *game design*.

5.2.2. Percepção do Professor

Visando analisar as percepções do professor da disciplina de desenvolvimento de jogos, em relação ao processo de aprendizado da turma apresentado nos *dashboards*, uma entrevista foi realizada em 24/05/2023. Nesta reunião foi apresentado como as informações foram coletadas e todos os gráficos criados a partir dos dados coletados (Figuras 5 e 4).

Em relação ao *dashboard* de média da turma (Figura 4A), perguntado se ao olhar os valores sobre os quatro conceitos da tétrede se é possível fazer uma análise do processo de aprendizado do aluno durante o jogo, o professor disse: “Sim, dá pra ver. Dá pra ver o

³Existe uma pequena diferença na média de pontos pois, o *dashboard* faz uma estimativa da média das médias de todas as tentativas dos alunos.

que pode ser possível de melhorar e a gente percebe por exemplo nesses gráficos que talvez a tecnologia não teve um bom entendimento[...], a questão da estética também, vamos dizer assim, não chegou no patamar de 24 (vinte e quatro) que seria o máximo, mas tem a pontuação boa. A narrativa foi a melhor coisa. Mas olhando [...] um gráfico como esse é possível sim, para um professor, analisar por exemplo, o que pode ser melhorado.”.

Em seguida foram apresentados os gráficos de média e evolução por jogador/aluno (Figura 5). Foi perguntado se é possível analisar o processo de aprendizado do aluno na atividade. O docente respondeu que o gráfico “[...] mostra claramente, vamos dizer assim, para cada jogador realmente o que aconteceu com ele em todos os fatores que a gente tá analisando aqui”.

E com isso, ele apontou que os gráficos podem ajudar a identificar possíveis lacunas de conhecimento e/ou pontos onde os alunos precisam de que os conceitos sejam reforçados: *“Para uma turma, a visão geral [média da turma] me dá um norte para o que eu tenho que trabalhar. Mas se eu quisesse uma análise mais criteriosa, esse gráfico [evolução individual] me daria isso, me mostraria, por exemplo, o aluno que está com problema em certa característica.”.*

De maneira, geral, entende-se que o professor considerou a proposta do jogo e dos *dashboards* gerados úteis para auxiliar na percepção de aprendizado da turma como um todo e dos alunos de forma individual.

6. Considerações Finais

Este trabalho se propôs a criar um protótipo de jogo educacional, considerando a coleta e análise de dados de *gameplay* dos jogadores, sendo estes sumarizados em *dashboards* que ilustrassem o processo de desempenho de aprendizado sobre conteúdos pedagógicos abordados por ele. Desta maneira, o professor, ao analisar tais gráficos, poderia identificar lacunas no processo de aprendizado da turma e dos alunos de forma individual.

Esta proposta foi demonstrada através do jogo Eureka Game, que aborda os conceitos da téttrade elementar de Schell. Com este jogo foi realizado um estudo quasi-experimental visando analisar o aprendizado dos alunos e a percepção do professor da disciplina de desenvolvimento de jogos em relação ao *dashboard* criado a partir dos dados de *gameplay* coletados.

Como resultados, o professor considera que a proposta é útil, permitindo tomar decisões sobre como melhorar o processo de aprendizado dos alunos, identificando lacunas conceituais tanto para a turma, quanto os alunos com maiores dificuldades ou desinteressados. Além disso, com a média da pontuação dos alunos, é possível observar naqueles que realizaram tentativas de subir sua pontuação, uma melhora na média de pontos e, conseqüentemente, mais exercitaram os conceitos abordados no jogo.

Neste trabalho entende-se que a pontuação dos jogadores pode ou não refletir o seu nível de amadurecimento no aprendizado de determinado conceito, sendo essa uma limitação deste estudo. Assim, como trabalho futuro, espera-se analisar os dados de *gameplay* dos alunos, usando métodos de análise de correlação e inferenciais, para verificar se existe relação entre o número de tentativas e a melhora nos resultados e, se isso influenciou também na melhora do conhecimento.

Como possibilidade, espera-se expandir o projeto para englobar novos objetivos educacionais, criando novos gráficos capazes de identificar o grau de assimilação de conceitos ainda mais específicos que os analisados neste trabalho, sendo possível usar técnicas de mineração e análise de dados modernas para isso.

Referências

- Alencar, L., Melo, R., Pires, F., Pessoa, M., e Oliveira, E. (2020). Uma proposta de análise de dados exploratória para um jogo educacional de matemática. In *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, pages 752–758.
- Almeida, J. M. A. (2015). Avaliação da aprendizagem por meio dos jogos matemáticos na educação infantil. Curso de especialização em coordenação pedagógica, Universidade de Brasília, Brasília.
- Alonso-Fernandez, C., Calvo, A., Freire, M., Martinez-Ortiz, I., e Fernandez-Manjon, B. (2017). Systematizing game learning analytics for serious games. In *2017 IEEE global engineering education conference (EDUCON)*, pages 1111–1118. IEEE.
- Alonso-Fernández, C., Calvo-Morata, A., Freire, M., Martínez-Ortiz, I., e Fernández-Manjón, B. (2019). Applications of data science to game learning analytics data: A systematic literature review. *Computers & Education*, 141:103612.
- Barros, M. G. F. B., Miranda, J. C., Costa, R. C., et al. (2019). Uso de jogos didáticos no processo ensino-aprendizagem. *Revista Educação Pública*, 19(23):326–335.
- Calvo-Morata, A., Alonso-Fernández, C., Pérez-Colado, I. J., Freire, M., Martínez-Ortiz, I., e Fernandez-Manjon, B. (2019). Improving teacher game learning analytics dashboards through ad-hoc development. *J. Univers. Comput. Sci.*, 25(12):1507–1530.
- Cardoso, F. e Otsuka, J. (2018). Visualização da informação na análise de dados coletados a partir de jogos: um mapeamento sistemático. *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*.
- Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W., e Wiemeyer, J. (2016). *Serious games*. Springer.
- El-Nasr, M. S., Drachen, A., e Canossa, A. (2016). *Game analytics*. Springer.
- El-Nasr, M. S., Nguyen, T.-H. D., Canossa, A., e Drachen, A. (2021). *Game data science*. Oxford University Press.
- Ferreira, A. H., da Silva, B. G. F., Cruz, G. L., Rocha, J. C., Paiva, L. L. G., e de Almeida Souza, V. (2021). A influência dos serious games e mídias sociais nas estratégias da educação corporativa. *InGeTec-Inovação, Gestão & Tecnologia*, 1(1).
- Hair, J. F. (2011). Multivariate data analysis: An overview. *International encyclopedia of statistical science*, pages 904–907.
- Halverson, R. e Owen, V. E. (2014). Game-based assessment: an integrated model for capturing evidence of learning in play. *International Journal of Learning Technology*, 9(2):111–138.
- McCusker, K. e Gunaydin, S. (2015). Research using qualitative, quantitative or mixed methods and choice based on the research. *Perfusion*, 30(7):537–542.
- Meloncon, L. e Warner, E. (2017). Data visualizations: A literature review and opportunities for technical and professional communication. In *2017 IEEE International Professional Communication Conference (ProComm)*, pages 1–9. IEEE.
- Michael, D. R. e Chen, S. L. (2005). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade.
- Mohapatra, S. K., Sarangi, P. K., Sahu, P., Sharma, S. K., e Sharma, O. (2023). Game data visualization using artificial intelligence techniques. In *Proceedings of International Conference on Recent Trends in Computing: ICRTC 2022*, pages 351–360. Springer.

- Moraes, L. O., Pedreira, C. E., Delgado, C., e Freire, J. P. (2021). Supporting decisions using educational data analysis. In *Anais Estendidos do XXVII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web*, pages 99–102. SBC.
- Povo, G. (2022). Mercado de games: a maior indústria do entretenimento cresce a cada ano. *Gazeta do Povo*. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/gazz-conecta/papo-raiz/industria-dos-games-mais-lucrativa-mundo-do-entretenimento/>. Acesso em: 24 maio 2023.
- Roland, L. C., Fabre, M.-C. J. M., Konrath, M. L. P., e Tarouco, L. M. R. (2004). Jogos educacionais. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 2(1).
- Rufino Júnior, R. R., Classe, T. M., e Santos, R. P. (2022). Jogos digitais para treinamento de situações de risco na indústria-rapid review. *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1157–1166.
- Schell, J. (2019). *Tenth anniversary: The art of game design: A book of lenses*. AK Peters/CRC Press.
- Seaman, M. (2011). Bloom's taxonomy. *Curriculum & Teaching Dialogue*, 13.
- Seif El-Nasr, M. e Kleinman, E. (2020). Data-driven game development: Ethical considerations. In *Proceedings of the 15th International Conference on the Foundations of Digital Games*, pages 1–10.
- Taucei, B. B. (2019). Endo-gdc: Desenvolvimento de um game design canvas para concepção de jogos educativos endógenos. Master's thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Tlili, A., Essalmi, F., Jemni, M., et al. (2015). An educational game for teaching computer architecture: Evaluation using learning analytics. In *2015 5th International Conference on Information & Communication Technology and Accessibility (ICTA)*, pages 1–6. IEEE.
- Vidakis, N., Barianos, A. K., Trampas, A. M., Papadakis, S., Kalogiannakis, M., e Vassilakis, K. (2019). Generating education in-game data: The case of an ancient theatre serious game. In *CSEdu (1)*, pages 36–43.
- Von Ahn, L. e Dabbish, L. (2008). Designing games with a purpose. *Communications of the ACM*, 51(8):58–67.
- Xexéo, G. B., de Farias do Carmo Arruda, A., Vanderley, A. A. P., Taucei, B. B., de Oliveira, C. D., de Brito, E. F. M., Kritz, J. S., Costa, L. F. C., da Silva, M. A. R., Monclar, R. S., da Costa Garrot, R., de Classe, T. M., e Teixeira, V. A. (2017). O que são jogos - uma introdução ao objeto de estudo do ludes. *Relatório Técnico PESC/COPPE, nº ES-752/17*. Disponível em: <https://www.cos.ufrj.br/index.php/pt-BR/publicacoes-pesquisa/details/15/2766>. Acesso em: 06 junho 2023.