

Visualização da Informação na análise de dados coletados a partir de jogos: um Mapeamento Sistemático

Frederico Corrêa Cardoso*

Joice Lee Otsuka†

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

RESUMO

Este artigo apresenta um mapeamento sistemático com a intenção de identificar o estado da arte na área de Visualização da Informação aplicada em jogos. Foram analisados neste estudo 32 trabalhos com intuito de fazer um levantamento de quais informações, gêneros de jogos e técnicas foram mais utilizadas nos trabalhos que compõem este estudo, para que seja possível analisar os dados coletados dos jogadores.

Palavras-chave: Visualização da informação, jogos, jogos sérios, jogos educacionais.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os videogames têm se destacado como uma das atividades mais populares e também com uma das indústrias que mais crescem nos últimos anos. No Brasil, mais de 75% da população joga videogame [7]. É uma população de idade variável, entre 13 a 59 anos, que dedicam uma média de 15 horas semanais jogando [20]. Em apenas 8 anos, o número de empresas responsáveis pelo desenvolvimento de jogos aumentou quase 600% no Brasil, resultando num faturamento de 1,6 bilhão de dólares, apenas entre os anos de 2014 e 2016 [18].

O interesse dos jogadores e tempo dedicado aos jogos vem crescendo devido ao avanço e surgimento de novas tecnologias e ao fato dos jogos terem evoluído bastante ao longo do tempo, com isso os jogadores se sentem mais envolvidos e motivados com o conteúdo apresentado, proporcionando cenários onde os jogadores são desafiados a buscarem constantemente uma melhora de desempenho. Essas características promovem também o interesse no uso de jogos para fins educacionais, pois o design de bons jogos e boas experiências educacionais caminham lado a lado, sempre tentando fazer com o que os alunos busquem ir além de seus níveis de competências atuais [27].

No entanto, alguns desafios podem prejudicar a aceitação dos jogos como ferramenta educacional por parte dos professores. Freire et al. [16] apontam alguns desses desafios como, alto custo de desenvolvimento de jogos, falta de compreensão de como os alunos interagem com os jogos e uma falta, de modo geral, de ferramentas que possam melhorar a compreensão do impacto educacional dos jogos em relação aos alunos.

Incentivar o uso de jogos como ferramenta de aprendizagem requer uma compreensão de como os jogos afetam os alunos, tanto no processo de aprendizagem, como também as habilidades e técnicas oferecidas pelos jogos em harmonia com as preferências dos alunos. Essa compreensão pode ser adquirida de duas maneiras, por meio de experimentos pré-pós (aplicação de testes antes e depois da utilização dos jogos) ou utilizar os próprios jogos como ferramentas de avaliação [16].

Este trabalho está no escopo de um projeto de mestrado que visa investigar o potencial e limitações do uso de técnicas de Visualização de Informação (InfoVis) para o acompanhamento do progresso de estudantes em suas interações com jogos educacionais.

Desta maneira, através de um mapeamento sistemático apontando o estado da arte na área de InfoVis aplicada à Jogos, este artigo tem como objetivo apresentar e discutir os principais resultados obtidos nesta etapa inicial, como, tipos de jogos analisados, tipos de informações coletadas dos jogos e técnicas de visualização utilizadas para análise dos dados. O restante do artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta uma breve apresentação de conceitos para a realização de análise e avaliação de informações obtidas em jogos. A seção 3 apresenta os trabalhos relacionados com este estudo. Na seção 4 é apresentado o planejamento do mapeamento sistemático e na seção 5 são apresentadas considerações sobre o mapeamento. Na seção 6 são apresentados os principais resultados obtidos. Na seção 7, é apresentada uma discussão dos resultados apontados na sessão anterior. Por fim, na seção 8, são apresentadas as considerações finais e trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em tese, os jogos sempre estiveram presentes na vida do ser humano, em todas as circunstâncias e em todas as culturas, sendo um facilitador de comunicações que serviu de vínculo entre os diferentes povos [35].

Em um primeiro momento, quando falamos em jogos temos uma ideia completamente diferente do conceito atribuído aos jogos sérios ou jogos educacionais, pensamos em jogos criados para entreter e divertir, ao contrário dos jogos educacionais, que pensamos ser jogos sem o objetivo principal de entretenimento, jogos criados apenas para treinar, ensinar ou educar. Apesar de não concordarmos inteiramente com isso, essa talvez seja a definição mais aceita no momento, de acordo com Loh, Sheng e Ifenthaler [32], como ilustra a Figura 1. Mas alguns autores, como Tarouco et al. [46], defendem que qualquer tipo de jogo tem características que podem e devem ser utilizadas para fim educacional, de acordo com seus objetivos.

Uma questão prejudicial e muitas vezes condenada pelos professores em relação ao uso dos jogos é saber como avaliar cada um de seus alunos no progresso de aprendizagem. Além de propor que os alunos joguem, é preciso também acompanhá-los, verificar se estão atingindo os objetivos propostos e fornecer *feedback* adequado [41].

Um único jogo pode gerar um grande número de dados, contendo todas as ações dos jogadores. Para Loh, Sheng e Ifenthaler [32], “uma única ação é um evento isolado, mas ações repetidas constituem comportamento”. Desta forma, cada área desenvolveu seu próprio conjunto de técnicas para analisar o comportamento de seus usuários com os conteúdos digitais: para a área da educação, com os jogos sérios, foi definida a *Learning Analytics* e *Game Analytics*, no caso dos jogos digitais usados exclusivamente para entretenimento [16].

De modo geral a *Learning Analytics*, embora confundida com outros conceitos como *Educational Data Mining* e *Academic*

*e-mail: frederico.cardoso@ufscar.br

†e-mail: joice@ufscar.br



Figura 1: Comparação entre jogos de entretenimento e jogos sérios (adaptado de Loh, Sheng e Ifenthaler [32])

Analytics, baseia-se na análise das interações dos alunos com recursos educacionais *on-line* (dentre eles, os jogos sérios) para melhorar o processo educacional [44]. A principal ideia por trás do uso da *Learning Analytics* é poder ajudar os professores no processo de acompanhamento e avaliação do progresso de seus alunos [43].

Com objetivos diferentes, a *Game Analytics* concentra suas métricas de análise destinadas a melhorar a jogabilidade, uma vez que os jogos desenvolvidos exclusivamente para entretenimento visam entreter e divertir os seus jogadores. Além das métricas destinadas a melhorar o *design* do jogo e revelar problemas ocultos, também são analisadas as horas de reprodução, frequência de acesso e retorno ao servidor do jogo, compras dentro do jogo, entre outras. Essas são métricas que ajudam a determinar o nível de interesse do jogador com o conteúdo do jogo, bem como o equilíbrio entre a jogabilidade e diversão [32].

Em se tratando de análise em jogos sérios, surge então um novo conceito, *Serious Game Analytics*, também chamado por alguns autores de *Game Learning Analytics* [16]. Loh, Sheng e Ifenthaler [32] questionam em seu estudo se “*Learning Analytics + Game Analytics = Serious Game Analytics?*”, mas de acordo com os mesmos autores a resposta é majoritariamente, não. Embora seja possível encontrar métricas comuns de análise de aprendizado e análise de jogos que forneçam análises gerais, essas são percepções incompletas, pois não foram métricas conceitualizadas buscando atender os jogos sérios de maneira ideal. De modo geral, o objetivo principal dos jogos sérios é melhorar as habilidades e o desempenho dos alunos, então, seus objetivos de análise estão relacionados a obtenção de informações para acompanhar e apoiar esse processo.

Em conjunto com estas indústrias de análises está a área de Visualização da Informação (InfoVis). A Visualização da Informação (InfoVis) pode ser definida como a transformação de dados abstratos em representações visuais, de maneira interativa e suportadas por computador [8]. Para Gershon e Eick [19], a Visualização da Informação é uma ciência que combina computação gráfica, interação humano-computador e mineração de dados.

De acordo com Few [15], a transformação de dados em representações visuais possui duas finalidades principais: análise

de dados e comunicação. Essa transformação visa facilitar o entendimento e compreensão do usuário ao analisar um conjunto de dados [17].

Card, Mackinlay e Shneiderman [8] apontam três etapas para criação de visualizações: (i) Transformação de dados; (ii) Mapeamento visual e (iii) Transformações de visões, como mostra a Figura 2. De forma indireta, este trabalho explora estas três etapas, buscando apresentar a utilização da InfoVis aplicada à análise de dados coletados em jogos, uma vez que, estes são capazes de nos fornecer grandes *insights* sobre o comportamento e desempenho dos jogadores através de seus arquivos de *log*.

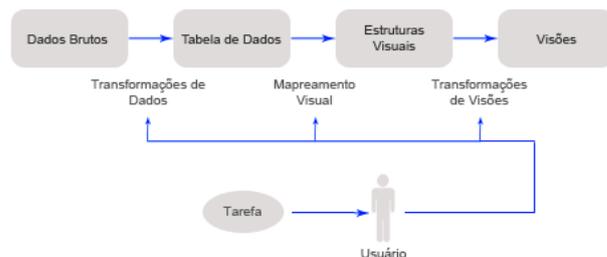


Figura 2: Passos para geração de visualizações (adaptado de Card, Mackinlay e Shneiderman [8])

Como a Visualização da Informação é uma área comum e necessária entre as diferentes indústrias de análise mencionadas anteriormente, adotaremos então “Visualização da Informação” como termo principal para nossa *string* de busca utilizada no mapeamento sistemático (ver Seção 4).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Schwendimann et al. [42] apresentam uma revisão sistemática sobre os painéis de aprendizagem (*learning dashboards*), utilizados para demonstrar dados coletados de diferentes ambientes educacionais, como *Learning Management Systems* (LMS) e os *Massive Open Online Courses* (MOOCs). Os autores propõem quatro questões de pesquisa: (i) “Em quais contextos estão sendo aplicados painéis de controle, incluindo configurações educacionais, usuários-alvo e atividades de aprendizagem?”, (ii) “Quais painéis de aprendizagem foram desenvolvidos, incluindo sua finalidade, indicadores apresentados e tecnologias utilizadas?”, (iii) “Qual a maturidade desses painéis de aprendizagem em termos de avaliação?” e (iv) “Quais são as questões abertas importantes e as futuras linhas de trabalho no campo de painéis de aprendizagem?”. Os autores concluem que a pesquisa sobre painéis de aprendizagem ainda é muito jovem, mas com um enorme potencial para pesquisas futuras, como, a definição do que é um “painel de aprendizado” concordando com sua terminologia, para facilitar novas pesquisas sistemáticas, a falta de visualizações específicas e metáforas visuais, bem como de estudos comparativos entre diferentes painéis ou opções de design de *dashboard*.

Liu et al. [31] apresentam uma revisão sistemática em InfoVis buscando fornecer uma melhor compreensão das principais tendências de pesquisas, pontos fortes e fracos, bem como alguns desafios para o avanço desta área. Para isso, os autores apontam quatro categorias de análise: (i) “Metodologias”, (ii) “Interações”, (iii) “Frameworks” e (iv) “Aplicações”. Os autores concluem que a quantidade de informações e dados a serem visualizados tem tido uma crescente considerável nos últimos anos e com isso, novos desafios técnicos surgem, como: usabilidade, escalabilidade visual, análise integrada de dados heterogêneos, visualização *in-situ*, além de, permitir o reconhecimento de erros e incertezas dos dados.

Os trabalhos relacionados apresentam dois tipos de revisões sistemáticas relevantes à área de Visualização da Informação, sendo um voltado para a impacto causado pelas análises em painéis de controle (*dashboard*) e o outro trazendo as principais tendências de pesquisa para a área de InfoVis, as metodologias utilizadas, os tipos de técnicas mais recentes, bem como os desafios encontrados pelos pesquisadores para o avanço da pesquisa. Dessa forma, o trabalho aqui apresentado traz uma nova contribuição para área, apresentando um mapeamento sistemático das pesquisas realizadas na área de Visualização da Informação, com o foco na análise e avaliação de dados coletados em jogos, afim de conhecer as técnicas de visualização e as principais informações analisadas nos estudos.

4 PLANEJAMENTO DO MAPEAMENTO

O mapeamento aqui apresentado segue a metodologia proposta por Kitchenham e Charters [26], o qual divide-se basicamente em três etapas principais: Planejamento, Condução e Extração dos Resultados. Todo o planejamento seguiu o protocolo de definições das questões de pesquisa: objetivo, questões de pesquisa, estratégia de busca, seleção de trabalhos (critérios de inclusão e exclusão).

O objetivo deste trabalho foi identificar o estado da arte na área de Visualização da Informação aplicada em Jogos, tendo como foco a análise de dados coletados nestes jogos, resultando em uma visão geral sobre os tipos de técnicas que estão sendo utilizadas; os tipos de dados que estão sendo analisados e os diferentes tipos de jogos analisados nos estudos.

Baseado nos objetivos abordados acima, foram propostas 4 (quatro) questões de pesquisa. As questões e suas respectivas descrições são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Questões de pesquisa

Questão de Pesquisa	Descrição
QP1. Quais as técnicas de visualização utilizadas nos estudos?	Identificar quais as principais técnicas de Visualização da Informação utilizadas para análise em jogos.
QP2. Quais os tipos de jogos analisados nos estudos?	Identificar quais os principais tipos/gêneros de jogos analisados.
QP3. Quais os tipos de dados analisados nos estudos para cada tipo de jogo?	Identificar os dados analisados nos estudos.
QP4. Foram utilizados métodos de avaliação?	Identificar se os trabalhos passaram por algum tipo de avaliação e quais os métodos empregados.

Após a definição das questões de pesquisa, foi então construída uma *string* de busca para obtenção dos documentos. O primeiro passo foi definir os termos principais relevantes com as questões de pesquisa. Logo após, foram identificados os termos relacionados ou sinônimos, conectando-os pelo operador *OR* e, finalmente, conectando tais termos com o operador *AND*, conforme mostrado na Tabela 2.

Foram definidos na estratégia de busca os critérios de pré-seleção para que fosse possível filtrar os estudos mais relevantes, sendo eles: fontes de pesquisa; área de pesquisa; linguagens e período de publicação, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 2: Termos utilizados na *string* de busca

Termo principal	Termos derivados
Visualização da Informação	(“information visualization”) OR (“dashboard”)
Jogos	(“game*”)

Tabela 3: Estratégia de busca

Fontes	Scopus, ACM Library, IEEE Xplore, Spring, ScienceDirect, RBIE, SBIE, ICH, Scholar Google
Área de pesquisa	Computação
Linguagem	Inglês e Português
Período	A partir de 2012

Para a seleção dos trabalhos, critérios de inclusão e exclusão foram definidos para filtrar trabalhos que poderiam responder às questões de pesquisa, conforme mostrado na Tabela 4.

Tabela 4: Critérios de inclusão e exclusão

Inclusão	CI1. O estudo aborda a análise de dados capturados de jogos. CI2. O estudo traz técnicas de visualizações da informação em jogos.
Exclusão	CE1. O estudo não aponta quais dados estão sendo utilizados. CE2. O estudo é apenas um resumo ou proposta de projeto.

5 CONDUÇÃO DO MAPEAMENTO

Durante o processo de mapeamento, a *string* de busca precisou ser adaptada para cada base de dados e os resultados foram salvos em arquivos de texto exportados pelas próprias bases de busca. Também foram criados novos arquivos de texto para conter os artigos retornados da busca manual, totalizando 125 artigos. Todo o mapeamento ocorreu entre os meses de Agosto e Outubro de 2017.

Em uma seleção inicial, os artigos duplicados não foram considerados. Também foram eliminados os artigos considerados irrelevantes para o estudo, através da leitura do título, resumo e palavras-chave, resultando no total de 65 artigos aceitos. Na segunda seleção foi feita a leitura parcial dos artigos aceitos na primeira seleção, considerando a introdução, a conclusão e os tópicos internos que responderiam às questões de pesquisa. Em ambas as etapas foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão obtendo 32 artigos aceitos no final, como mostrado na Figura 3. Para o preenchimento do formulário de extração de dados, foi criada uma Planilha no *Google Docs*.

De todas as fontes de busca, a *Scopus* foi a que mais retornou trabalhos, com 53 (42,4%). Em segundo, o serviço de busca da *IEEE Xplore*, retornou 25 (20%). Em terceiro, ficou a *ACM Library*, com 22 (17,6%). Durante o processo de buscas, foram encontrados problemas com as bases *Springer Link* e *ScienceDirect*, porém percebeu-se que os artigos retornados pela *Scopus* incluíam artigos destas bases, então optou-se por continuar com a busca pela *Scopus*. Por fim, as demais bases juntas (*Google Scholar*, *RBIE*, *SBIE*, *IHC*), retornaram 25 (20%) trabalhos.

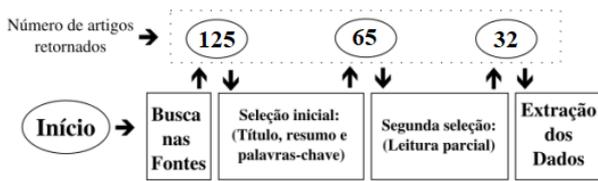


Figura 3: Condução do mapeamento

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

As respostas para as questões de pesquisa e algumas análises realizadas após a extração de dados serão apresentadas nesta seção. O número de trabalhos aceitos para cada ano de publicação, foi: 5 (15,6%) para o ano de 2017 (até o mês de Outubro), 11 (34,4%) para o ano de 2016, 5 (15,6%) para o ano de 2015, 3 (9,4%) para o ano de 2014, 4 (12,5%) para os anos de 2013 e 2012, cada um, como mostra a Figura 4. A Tabela 5 também apresenta uma relação de quantidade de trabalhos aceitos de acordo com seus países.



Figura 4: Número de artigos para cada ano

Tabela 5: Número de trabalhos por países

Países	Quantidade
EUA	10 (31,3%)
Áustria	5 (15,6%)
Brasil, Dinamarca, Espanha	2 (6,3%) (cada um)
Alemanha, Canadá, Coreia do Sul, Escócia, Inglaterra, Irlanda, Japão, Portugal, Sérvia, Singapura, Suécia	1 (3,1%) (cada um)

6.1 QP1. Quais as técnicas de visualização utilizadas nos estudos?

As técnicas de visualização mais utilizadas nos estudos foram as visualizações por Tabela e Gráfico de Barras/Colunas, mencionadas em 14 (19,2%) artigos cada uma, seguidas pela técnica de Mapas (em sua maioria, de calor), 13 (17,8%) artigos. Conforme mostra a Figura 5, outras técnicas apresentam um número bem abaixo.

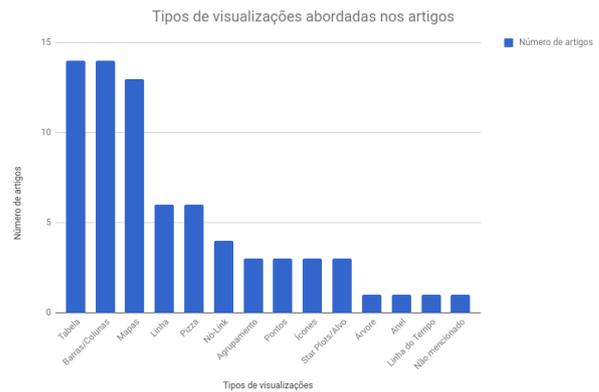


Figura 5: Técnicas mencionadas por artigo

6.2 QP2. Quais os tipos de jogos analisados nos estudos?

Para essa análise, nós optamos por separar os chamados *Serious Games* dos Jogos Educacionais, uma vez que, nem todo jogo sério está relacionado com a educação e gostaríamos de observar o comportamento específico dos jogos educacionais, que são alvo de nossa pesquisa. Ao mesmo tempo, o mapeamento considerou outros tipos de jogos, com o intuito de investigar como diferentes gêneros de jogos estão sendo analisados e quais técnicas de InfoVis estão sendo empregadas. Desta forma, os gêneros de jogos mostrados aqui são os mesmos gêneros com o qual foram classificados em seus respectivos estudos. Dentre os tipos de jogos analisados, os Jogos Educacionais foram os mais utilizados, em 11 (31,4%) artigos, logo após estão os jogos de Estratégia (RPG *Multiplayer*), 7 (20%) artigos, seguido pelos *Serious Games*, 6 (17,1%) artigos, conforme mostra a Figura 6.

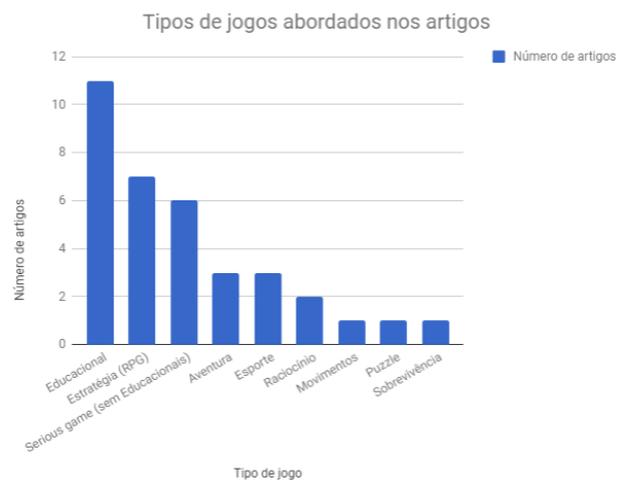


Figura 6: Tipos de jogos utilizados em cada estudo

6.3 QP3. Quais os tipos de dados analisados nos estudos para cada tipo de jogo?

A Tabela 6¹ nos mostra uma relação dos tipos de informações analisadas em cada tipo de jogo. Podemos perceber que existe uma

¹A relação dos trabalhos citados na Tabela 6 que compõem este mapeamento podem ser vistas na lista de referências ou no link: <https://goo.gl/rvtmRA>

variedade de informações que são capturadas. Vale ressaltar que as informações a serem capturadas podem variar de acordo com o tipo de jogo e a necessidade de avaliação, seja ela por objetivos de análise específicos ou, embora não mencionado na tabela, por qual tipo de usuário esta análise será realizada: desenvolvedor, educador ou aluno.

Tabela 6: Informações analisadas em cada tipo de jogo

Tipo de jogo	Trabalhos	Informações analisadas
Estratégia (RPG Multi-player)	[5, 14, 28, 45, 48, 49, 50]	Trajectoria, local de morte, dano sofrido, dano causado, nome da equipe, elementos utilizados, pontuação, marca de tempo, origem do tiro, alvo, número de torres, tempo de jogo, personagem do jogador, nível, posição do jogador, número de mortes.
Esporte	[23, 29, 38]	Posição da bola, posição do jogador, lançamento, recepção, rebatidas, tiro (tacada), local do tiro.
Serious Game (exceto jogos educacionais)	[21, 22, 30, 36, 39, 40]	Pontuação, banco de dados utilizado, etapa do jogo, respostas corretas, nome do jogador, idade do jogador, mão do jogador utilizada, tempo de jogo, temperatura da pele, movimentos.
Aventura	[1, 47, 50]	Cliques, pontuação, nome do jogador, trajetória, tempo de jogo.
Educacional	[2, 3, 4, 10, 12, 13, 24, 25, 33, 34, 37]	Dados inseridos pelo próprio jogador, local do mapa acessado, tipo de conteúdo acessado, caminho percorrido, etapa do jogo, pontuação, nome do jogador, nível, tempo de conclusão, erros, acertos, jogada utilizada, elemento utilizado, progresso de aprendizagem, nível de vida do personagem.
Puzzle	[47]	Nome do jogador, ações do jogador, tempo.
Raciocínio	[11, 49]	Dados do jogador, pontuação, nível concluído, nível não concluído, jogadores que concluíram cada nível, moedas coletadas, trajetória.
Movimento	[6]	Pontuação, quantidade de movimentos.
Sobrevivência	[9]	Número de mortes, tempo de jogo, espécie de personagem para quem foi morto.

6.4 QP4. Foram utilizados métodos de avaliação?

A maioria dos trabalhos, 16 (50%), apresentaram uma avaliação (com alunos, professores, jogadores e profissionais) do sistema (podendo ser uma API para captura e análise de dados ou um jogo), 6 (18,8%) informaram apenas que foram testados e 10 (31,3%) não informaram ou não apresentaram nenhuma avaliação. Dos traba-

lhos avaliados, todos apresentam uma avaliação por meio dos dados coletados do jogo, usados para encontrar padrões de comportamento dentro do jogo, avaliar o desempenho do jogador ou até mesmo para reconhecer problemas de jogabilidade. Entretanto, alguns trabalhos contam também com dados coletados através de entrevistas ou questionários aplicados aos jogadores/alunos, como mostra a Figura 7.

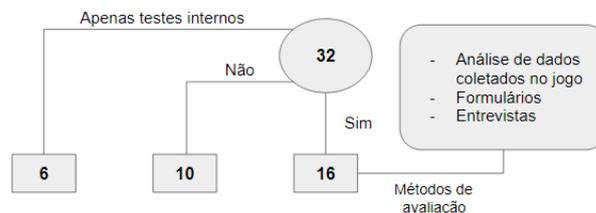


Figura 7: Relação de jogos avaliados

7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com o mapeamento sistemático, percebeu-se que mesmo havendo um grande número de artigos retornados, poucos puderam ser selecionados para responder às questões de pesquisa (apenas 32 dentre os 125 artigos). Em contrapartida, foi possível notar o alto interesse em aplicar tais estudos no campo educacional, sendo que, 11 dentre os estudos analisados tiveram essa finalidade. Desta forma, é visível que existe um bom interesse na área de análise e visualização de dados educacionais por parte dos pesquisadores.

Todos os trabalhos analisados nos mostram que existe uma preocupação com a análise e a maneira de demonstrar com cuidado para o usuário o máximo de informações de dados capturados dentro dos jogos, afinal, uma má representação destes dados pode influenciar de maneira negativa o entendimento e compreensão da informação que está sendo passada. Podemos notar dois diferentes tipos de estudos, o primeiro como objetivo de demonstrar ferramentas ou API's para geração de visualizações, Lage et al. [29] e Wallner e Kriglstein [47] são alguns exemplos de aplicações capazes de capturar dados dos jogadores dentro de um jogo e então transformá-los em representações visuais, e o segundo com a finalidade de fazer uso de técnicas de visualização para analisar e avaliar o comportamento ou nível de aprendizado dos jogadores, Barros e Notargiacomo [5] e Eagle et al. [12] são exemplos onde os autores, com a ajuda de representações visuais, conseguem identificar padrões de jogabilidade dos jogadores.

Como vários destes trabalhos analisados levaram em consideração jogos educacionais, é possível perceber que neste tipo de jogo é comum que exista a preocupação básica em analisar dois tipos de dados, sendo eles, os dados de jogabilidade (que podem ser utilizados para reconhecimento de padrões de comportamento dos jogadores ou áreas dos jogos que apresentam algum problema) [12, 13, 37] e os dados pertinentes ao desempenho do jogador (que podem ser utilizados para medir o domínio do jogador/aluno, bem como identificar problemas de aprendizagem) [3, 4, 10, 24, 25, 33, 34].

Percebeu-se também uma grande variedade de tipos de jogos utilizados nos estudos, dos mais variados gêneros, além de uma grande diversidade de tipos de técnicas e suas possíveis combinações para geração da melhor representação visual possível.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Os dados extraídos do mapeamento sistemático forneceram uma visão geral da importância do uso de técnicas de visualização da informação para representação e análise dos dados coletados em ambientes de jogos.

Um ponto que chamou a atenção foi o fato de que as técnicas mais utilizadas nos trabalhos foram técnicas simples, como tabelas, gráficos de barras, colunas e linhas. Outro ponto interessante é a possibilidade de combinações de várias representações para atingir uma visualização específica, como no caso da combinação/sobreposição de mapas utilizados no trabalho de Wallner e Kriglstein [50].

De maneira geral, a realização deste mapeamento deixou claro que para gerar uma boa representação visual, primeiramente deve-se levar em consideração o tipo de jogo que está sendo analisado, os tipos de dados que estão sendo coletados e acima de tudo, qual a informação que deseja ser passada para o usuário, bem como, o tipo de usuário (desenvolvedor, professor, jogador/aluno).

Com base nos resultados apontados por esse mapeamento, as próximas etapas de pesquisa planejadas são: (i) Aplicação de um *survey* para o levantamento de objetivos e demandas de acompanhamento de participações em jogos educacionais, por parte dos professores em relação aos seus alunos; (ii) Análise das técnicas de visualização de informação que possam ser empregadas para prover representações visuais claras e efetivas a partir dos dados coletados, bem como a análise de ferramentas que possam ser utilizadas para a geração dessas representações; (iii) Definição de um modelo de representação visual de informações que apoiem efetivamente os professores no acompanhamento da aprendizagem em jogos educacionais; (iv) Aplicação de um *survey* para avaliação da expressividade e efetividade de um *dashboard* contendo as representações visuais alcançadas nas etapas anteriores.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

REFERÊNCIAS

- [1] N. U. Ahmed. Disguise: a game that evaluates visualization algorithms. In *CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 269–272. ACM, 2014.
- [2] C. Alonso-Fernandez, A. Calvo, M. Freire, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernández-Manjon. Systematizing game learning analytics for serious games. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2017 IEEE*, pages 1111–1118. IEEE, 2017.
- [3] J. Baldeón, I. Rodríguez, A. Puig, D. Gómez, and S. Grau. From learning to game mechanics: The design and the analysis of a serious game for computer literacy. In *Information Systems and Technologies (CISTI), 2016 11th Iberian Conference on*, pages 1–6. IEEE, 2016.
- [4] W. Barham, J. Preston, and J. Werner. Using a virtual gaming environment in strength of materials laboratory. In *Computing in Civil Engineering (2012)*, pages 105–112. Computing in Civil Engineering, 2012.
- [5] V. P. Barros and P. Notargiacomo. Big data analytics in cloud gaming: Players' patterns recognition using artificial neural networks. In *Big Data (Big Data), 2016 IEEE International Conference on*, pages 1680–1689. IEEE, 2016.
- [6] A. Berglund, E. Berglund, F. Siliberto, and E. Prytz. Effects of reactive and strategic game mechanics in motion-based games. In *Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2017 IEEE 5th International Conference on*, pages 1–8. IEEE, 2017.
- [7] P. G. Brasil. Sobre a pgb 2018. <https://www.pesquisagamebrasil.com.br/>, 2018.
- [8] S. K. Card, J. D. Mackinlay, and B. Shneiderman. *Readings in information visualization: using vision to think*. Morgan Kaufmann, 1999.
- [9] E. Carrigan, E. Kokkinara, F. Gheorghe, M. Houlier, S. Donikian, and R. McDonnell. Crowd appearance affects player performance in game combat scenarios. In *Proceedings of the 9th International Conference on Motion in Games*, pages 187–192. ACM, 2016.
- [10] Y. Chaudy, T. Connolly, and T. Hainey. An assessment engine: Educators as editors of their serious games' assessment. In *ECGBL2014, 8th European Conference on Games Based Learning: ECGBL2014*, page 58. Academic Conferences and Publishing International, 2014.
- [11] C. Chung, A. Kadan, Y. Yang, A. Matsuoka, J. Rubin, and M. Chechik. The impact of visual load on performance in a human-computation game. In *Proceedings of the 12th International Conference on the Foundations of Digital Games*, page 51. ACM, 2017.
- [12] M. Eagle, E. Rowe, D. Hicks, R. Brown, T. Barnes, J. Asbell-Clarke, and T. Edwards. Measuring implicit science learning with networks of player-game interactions. In *Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, pages 499–504. ACM, 2015.
- [13] S. Eskildsen, K. Rodil, and M. Rehm. Visualizing learner activities with a virtual learning environment: Experiences from an in situ test with primary school children. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2012 IEEE 12th International Conference on*, pages 660–661. IEEE, 2012.
- [14] V. R. Feitosa, J. G. Maia, L. O. Moreira, and G. A. Gomes. Gamevis: Game data visualization for the web. In *Computer Games and Digital Entertainment (SBGames), 2015 14th Brazilian Symposium on*, pages 70–79. IEEE, 2015.
- [15] S. Few. Data visualization for human perception. *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed.*, 2013.
- [16] M. Freire, Á. Serrano-Laguna, B. M. Iglesias, I. Martínez-Ortiz, P. Moreno-Ger, and B. Fernández-Manjón. Game learning analytics: learning analytics for serious games. In *Learning, design, and technology*, pages 1–29. Springer, 2016.
- [17] C. M. D. S. Freitas, O. M. Chubachi, P. R. G. Luzzardi, and R. A. Cava. Introdução à visualização de informações. *Revista de informática teórica e aplicada. Porto Alegre. Vol. 8, n. 2 (out. 2001)*, p. 143-158, 2001.
- [18] G1. Número de desenvolvedores de games cresce 600% em 8 anos. <https://g1.globo.com/economia/negocios/noticia/numero-de-desenvolvedores-de-games-cresce-600-em-8-anos-diz-associao.shtml>, 2017.
- [19] N. Gershon and S. G. Eick. Information visualization. *IEEE Computer Graphics and Applications*, n(4):29–31, 1997.
- [20] N. Group. New report from the npd group provides in-depth view of brazil's gaming population. <https://www.npd.com/wps/portal/npd/us/news/press-releases/2015/new-report-from-the-npd-group-provides-in-depth-view-of-brazils-gaming-population/>, 2015.
- [21] C. Grund and M. Schelkle. Developing a serious game for business information visualization. *Twenty-second Americas Conference on Information Systems*, 2016.
- [22] D. Hagood, C. C. Ching, and S. Schaefer. Integrating physical activity data in videogames with user-centered dashboards. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, pages 530–531. ACM, 2016.
- [23] T. Herdal, J. G. Pedersen, and S. Knudsen. Designing information visualizations for elite soccer children's different levels of comprehension. In *Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction*, page 13. ACM, 2016.
- [24] B. Horn, A. K. Hoover, J. Barnes, Y. Folajimi, G. Smith, and C. Harteveld. Opening the black box of play: Strategy analysis of an educational game. In *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, pages 142–153. ACM, 2016.
- [25] J. R. Jones, O. Balci, and A. Norton. A cloud software system for visualization of game-based learning data collected on mobile devices. In *Winter Simulation Conference (WSC), 2015*, pages 1080–1090. IEEE, 2015.
- [26] B. Kitchenham and S. Charters. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Keele University, UK*, 9, 2007.
- [27] R. Koster. Theory of fun for game design. *Paraglyph, Scottsdale, AZ*, 2004.
- [28] S. Kriglstein, G. Wallner, and M. Pohl. A user study of different gameplay visualizations. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 361–370. ACM, 2014.
- [29] M. Lage, J. P. Ono, D. Cervone, J. Chiang, C. Dietrich, and C. T. Silva. Statcast dashboard: Exploration of spatiotemporal baseball data. *IEEE*

- computer graphics and applications*, 36(5):28–37, 2016.
- [30] M. Liu, J. Kang, J. Lee, E. Winzeler, and S. Liu. Examining through visualization what tools learners access as they play a serious game for middle school science. In *Serious Games Analytics*, pages 181–208. Springer, 2015.
- [31] S. Liu, W. Cui, Y. Wu, and M. Liu. A survey on information visualization: recent advances and challenges. *The Visual Computer*, 30(12):1373–1393, 2014.
- [32] C. S. Loh, Y. Sheng, and D. Ifenthaler. Serious games analytics: Theoretical framework. In *Serious games analytics*, pages 3–29. Springer, 2015.
- [33] M. Minović and M. Milovanović. Real-time learning analytics in educational games. In *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality*, pages 245–251. ACM, 2013.
- [34] A. Molnar and P. Kostkova. On effective integration of educational content in serious games: Text vs. game mechanics. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2013 IEEE 13th International Conference on*, pages 299–303. IEEE, 2013.
- [35] J. A. M. Murcia. *Aprendizagem através do jogo*. Artmed Editora, 2005.
- [36] P. Paliyawan and R. Thawonmas. Towards ergonomic exergaming. In *Consumer Electronics, 2016 IEEE 5th Global Conference on*, pages 1–2. IEEE, 2016.
- [37] I. J. Perez-Colado, V. M. Perez-Colado, M. Freire-Moran, I. Martinez-Ortiz, and B. Fernandez-Manjon. Integrating learning analytics into a game authoring tool. In *International Conference on Web-Based Learning*, pages 51–61. Springer, 2017.
- [38] H. Pileggi, C. D. Stolper, J. M. Boyle, and J. T. Stasko. Snapshot: Visualization to propel ice hockey analytics. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(12):2819–2828, 2012.
- [39] O. Postolache, F. Lourenço, J. D. Pereira, and P. Girão. Serious game for physical rehabilitation: Measuring the effectiveness of virtual and real training environments. In *Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), 2017 IEEE International*, pages 1–6. IEEE, 2017.
- [40] M. Rahman, B. Wadhwa, A. Kankanhalli, Y. C. Hua, C. K. Kei, L. J. Hoon, S. Jayakkumar, and C. C. Lin. Gear analytics: A clinician dashboard for a mobile game assisted rehabilitation system. In *User Science and Engineering (i-USEr), 2016 4th International Conference on*, pages 193–198. IEEE, 2016.
- [41] R. Savi and V. R. Ulbricht. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. *RENOTE*, 6(1), 2008.
- [42] B. A. Schwendimann, M. J. Rodriguez-Triana, A. Vozniuk, L. P. Prieto, M. S. Boroujeni, A. Holzer, D. Gillet, and P. Dillenbourg. Perceiving learning at a glance: A systematic literature review of learning dashboard research. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(1):30–41, 2017.
- [43] Á. Serrano-Laguna, I. Martínez-Ortiz, J. Haag, D. Regan, A. Johnson, and B. Fernández-Manjón. Applying standards to systematize learning analytics in serious games. *Computer Standards & Interfaces*, 50:116–123, 2017.
- [44] G. Siemens and P. Long. Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, 46(5):30, 2011.
- [45] Y. Song, S. Lee, Y. Choe, and S.-A. Kim. Collaborative design process for encouraging sustainable building design: A game theory-based approach. In *International Conference on Cooperative Design, Visualization and Engineering*, pages 19–26. Springer, 2013.
- [46] L. M. R. Tarouco, L. C. Roland, M.-C. J. M. Fabre, and M. L. P. Konrath. Jogos educacionais. *RENOTE: revista novas tecnologias na educação [recurso eletrônico]*. Porto Alegre, RS, 2004.
- [47] G. Wallner and S. Kriglstein. A spatiotemporal visualization approach for the analysis of gameplay data. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, pages 1115–1124. ACM, 2012.
- [48] G. Wallner and S. Kriglstein. Plato: A visual analytics system for gameplay data. *Computers & Graphics*, 38:341–356, 2013.
- [49] G. Wallner and S. Kriglstein. Comparative visualization of player behavior for serious game analytics. In *Serious Games Analytics*, pages 159–179. Springer, 2015.
- [50] G. Wallner and S. Kriglstein. Visualizations for retrospective analysis of battles in team-based combat games: A user study. In *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, pages 22–32. ACM, 2016.