

Análise de métodos de design de jogos sérios sob a ótica da Design Science Research

Thiago Leitão

Eng. de Produção

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, Brasil

thiago_machado@poli.ufrj.br

Farmy Silva

Eng. de Sistemas e Computação, COPPE

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, Brasil

farmyfgs@cos.ufrj.br

Geraldo Xexéo

Eng. de Sistemas e Computação, COPPE

Dep. de Ciência da Computação, IM

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, Brasil

xexeo@cos.ufrj.br

Resumo—Este trabalho apresenta a análise de métodos de design de jogos sérios sob a ótica da Design Science Research. Uma revisão rápida da literatura identificou dez métodos de design de jogos sérios. Comparou-se as etapas descritas nestes métodos com as etapas da DSR, identificando a ausência total de duas etapas da DSR e a cobertura parcial de oito etapas pelos métodos analisados. Estas lacunas podem ser consideradas como motivadoras do impedimento ao crescimento e disseminação do estado da arte de jogos sérios. Desta forma, este trabalho contribui principalmente com o fomento da discussão sobre avaliação e qualidade de propostas de métodos para o design de jogos sérios.

Palavras-chave — Design de jogos, Jogos Sérios, Design Science Research, Análise de Métodos, Jogos educacionais.

I. INTRODUÇÃO

A análise de métodos para o design de jogos como um artefato é um desafio, em especial quando relacionados à educação. Este trabalho apresenta a Design Science Research (DSR), que pode ser definida como uma metodologia que investiga a geração de conhecimento e avaliação do processo de concepção e desenvolvimento de artefatos [1].

Os jogos sérios são objetos difíceis de serem classificados, pois têm como objetivo primário conscientizar o jogador sobre um determinado conteúdo e nem sempre são construídos com a observação de serem divertidos. Embora muitos se empenhem em manter o engajamento e a motivação de seus jogadores, os jogos sérios são criados com um objetivo primário que não é o entretenimento. Por isto, pode-se considerar os jogos sérios como jogos com propósito [2], apesar da literatura tratá-los de forma diferente em alguns casos. Mesmo que jogos sérios possam tratar o entretenimento e a diversão como objetivos secundários, eles são cada vez mais utilizados no campo da educação justamente por trazer essas características à prática didática, permitindo transmitir e potencializar experiências de aprendizado para os alunos [3].

Esta popularização motivou diversas pesquisas sobre métodos de desenvolvimento de jogos sérios [4]–[6]. A Fig. 1 apresenta o crescimento da quantidade de publicações no campo através de uma busca por referências na base *Web of Science*. Embora a literatura de game design seja vasta e bem consolidada, oferecendo elementos para construir bons jogos sérios [3], [7], ainda não existe um consenso sobre qual metodologia utilizar no design de jogos [8]. Desta forma, surge

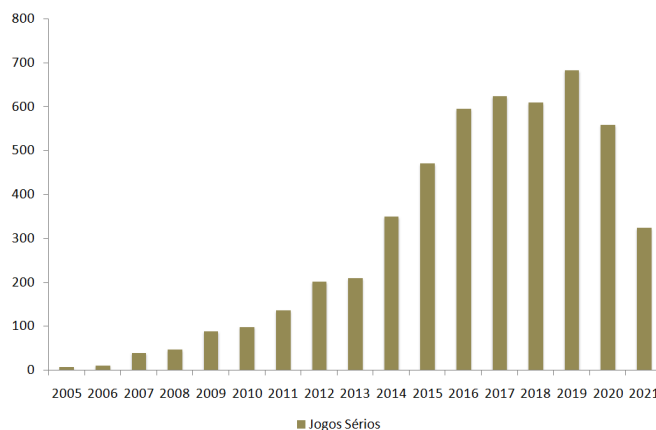


Fig. 1. Quantidade anual de publicações sobre Jogos Sérios na Web of Science.

a oportunidade de se observar estes métodos sob a ótica da DSR.

A DSR busca consolidar conhecimentos sobre disciplinas de projeto, referentes à proposição e execução de soluções para melhorar sistemas existentes [9], [10]. Enquanto ciência tradicional é voltada para produção de conhecimento e saberes através da pesquisa, a DSR é voltada para projetar intervenções na realidade.

As soluções oferecidas são chamadas de artefatos, que podem ser constructos, modelos, métodos, instanciações e propostas de design [11]. As etapas do processo de DSR explicitam o caminho e a visão para desenvolver novos conhecimentos e artefatos.

Por esta compreensão, entende-se que a área de design de jogos e de jogos sérios é uma disciplina de design, pois promove a prescrição e criação de um artefato - um jogo - para intervenção no mundo real. Além disso, também promove heurísticas e métodos para resolver problemas de dificuldades relacionadas ao ensino, de forma generalizável para estimular a criação de novos jogos. Com isto, pode-se enquadrar a disciplina de jogos sérios como parte do paradigma da DSR [12]. A Tabela I resume esta comparação.

Uma possibilidade de condução da DSR é o método proposto por Dresch, Lacerda e Antunes Jr. [9]. Entende-se

Tabela I
COMPARAÇÃO DA DESIGN SCIENCE RESEARCH COM GAME DESIGN

Característica	Programa de Pesquisa Orientados a Prescrição	Jogos
Paradigma dominante	Design Science	Game Design
Foco	Na solução	Solução: jogos
Perspectiva	Participação	Participação: desenvolvimento
Típica questão de pesquisa	Soluções alternativas para uma dada classe de problemas	Prescrever jogos (alternativas) para classe de problema (p.ex. dificuldades no ensino)
Típico produto de pesquisa	Regra tecnológica testada e fundamentada	Jogo testado e fundamentado

que utilizar um método disseminado oportuniza novos pesquisadores e demais profissionais que estejam desenvolvendo métodos para o design de jogos sérios a compreenderem mais facilmente como aplicá-lo na prática. Este método possui doze etapas apresentadas na Fig. 2.

A primeira etapa do método refere-se a identificar um problema, descrevendo a situação e justificando sua relevância. Este problema deve atender às necessidades da comunidade do campo, neste caso a comunidade de game design.

A segunda etapa, conscientização do problema, busca detalhar melhor o problema, aproximando o pesquisador de conceitos necessários para definir qual a melhor trajetória. Em seguida, ocorre uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), que usa heurísticas de busca para encontrar, de forma rigorosa, referências que auxiliem na busca de artefatos ou de seus elementos. Para este caso, a RSL serve para buscar jogos similares que atendam aos objetivos de aprendizado ou motivacionais elencados.

A quarta etapa analisa os artefatos e as classes de problemas já existentes frente ao problema definido anteriormente. Esta instiga a quinta etapa de proposição de novos artefatos, caso nenhum dos artefatos anteriores atenda às necessidades apresentadas.

O projeto do artefato selecionado descreve recomendações para os principais elementos do projeto e seus critérios de avaliação. Estas recomendações delimitam a sétima etapa, desenvolvimento do artefato, que exige a explicitação das heurísticas de construção a cada fase. Para o game design, estas etapas referem-se ao design e desenvolvimento do jogo.

A oitava etapa avalia o artefato. Exige formulação de experimentos, de preferência controlados, para medir a eficácia diante da situação-problema. Em game design, esta etapa é realizada via playtests.

Os resultados da avaliação permitem as etapas seguintes: a explicitação dos aprendizados, conclusões da criação do artefato, generalização para a classe de problemas delimitada na quarta etapa, e a comunicação dos resultados para a comunidade. Para o game design, estas etapas relacionam-se com a divulgação e disseminação dos jogos.

Ressalta-se que este é um processo incremental e iterativo, permitindo a construção contínua de novos artefatos. Embora

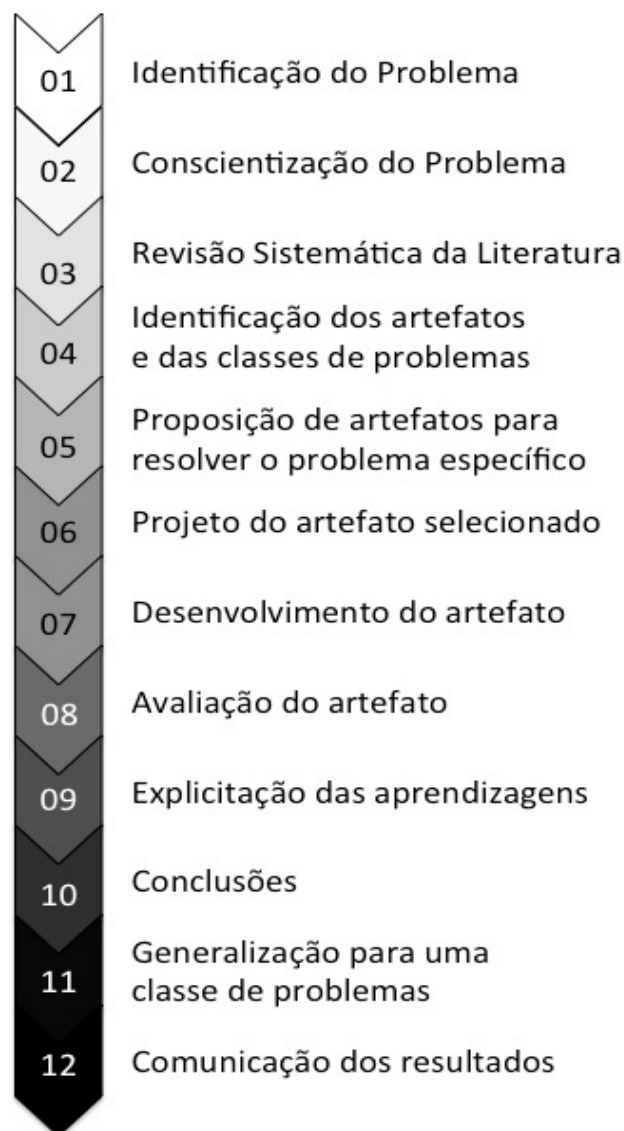


Fig. 2. Doze etapas principais da DSR.

existam outras propostas de DSR [10], [13] a escolha por esta modalidade se dá por sua relevante difusão na literatura.

II. OBJETIVOS E RELEVÂNCIA

O objetivo geral deste trabalho é avaliar os métodos de design de jogos sérios através da Design Science Research. A partir disto, apresenta uma oportunidade de evolução para que novos métodos tragam um aumento do conhecimento e mais qualidade aos métodos construídos. Para isso, de forma mais específica, busca-se descrever os métodos encontrados na literatura e analisar se estes métodos aderem às etapas da DSR.

A DSR pode ser considerada como equivalente à epistemologia e dentro da área de sistemas de informação já é vista como um pressuposto teórico e epistemológico da ciência da

informação [1], [14], [15]. Por este motivo a escolha da DSR se mostra relevante como teoria que da mesma forma que o design de jogos sérios vem se mostrando cada vez mais popular.

A relevância prática deste trabalho destina-se a ampliar os conhecimentos sobre o design de jogos sérios e instigar a discussão sobre: "De que forma podemos desenvolver um método de design de jogos robusto?". No caso dos jogos sérios voltados ao ensino, inclui-se a questão "Este método de design é capaz de garantir o objetivo de aprendizagem?".

Outra questão prática é a qualidade do artefato, que dependendo do rigor empenhado pode ser aferido através de metodologias de qualidade amplamente reconhecidas e recomendadas [8], [16]–[19]. A delimitação prática deste trabalho está relacionada com a escala de produção: as etapas da DSR aqui apresentadas não consideram fatores como restrições de recursos; aceitação do público quanto a embalagens, estéticas, cores e texturas por exemplo. Este trabalho delimita-se a pesquisas acadêmicas e produção de pequena escala, ou experimental, o que converge com o foco da DSR [9], [13].

III. METODOLOGIA

A metodologia adotada foi a de revisão rápida de literatura. Esta abordagem demonstra tendências de publicações na área e permite mapear e filtrar referências bibliográficas, em especial por conta do aumento de produção de conhecimento sobre jogos sérios [20].

A busca realizada aplicou as heurísticas de pesquisa de título e análise de resumo com as seguintes palavras-chaves: *"Serious Game" AND "Development Method"* e *"Serious Game" AND "Design Method"*. Estas heurísticas foram aplicadas nas bases *Web of Science*, *Scopus* e *EBSCO*, retornando um total de setenta e quatro referências. Posteriormente foi realizada uma busca complementar no Google Acadêmico, por ser considerada uma ferramenta "crossplatform", resultando em mais seis referências. Ao final foram encontradas oitenta resultados de pesquisa.

Em primeira análise o critério de inclusão utilizado foi selecionar trabalhos que abordassem um passo-a-passo educacional de como os jogos devem ser criados. Com essa heurística, quatorze referências foram excluídas por serem duplicatas e quarenta e quatro durante a inspeção de título e resumo. Além disso, outras dez referências possuíam texto completo indisponível. Durante o processo de leitura completa, onze referências foram excluídas por abordarem modelos e frameworks que ofereciam recomendações gerais e não um passo-a-passo educacional de como o jogo deve ser criado. Ao finalizar os processos de inclusão/exclusão de literatura, foram selecionadas onze referências finais. Dentre essas, dez apresentam métodos de desenvolvimento de jogos sérios e uma compara cinco destes métodos encontrados. A Fig. 3 representa a execução da Revisão Rápida através do modelo *PRISMA Statement*.

As referências encontradas foram analisadas de forma comparativa com a proposta de DSR de Dresch, Lacerda e Antunes Jr. [9], onde buscou-se identificar as etapas de DSR atendidas.

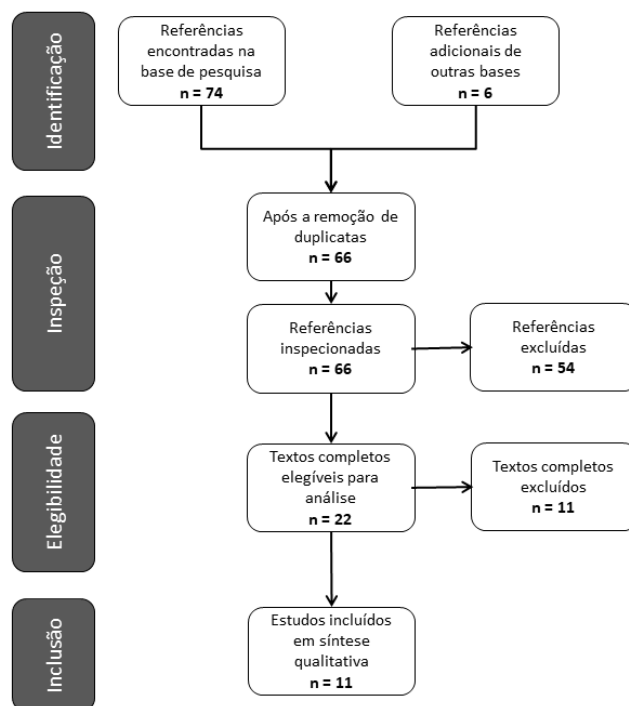


Fig. 3. PRISMA Revisão Rápida.

IV. RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os métodos encontrados na revisão rápida de literatura e uma breve descrição de cada um deles.

EMERGO é um método para criação de jogos de ensino superior [21]. Possui seis etapas: (I) ideação do caso, definindo objetivos de aprendizado e contexto de uso; (II) descrição do cenário global e detalhado; (III) criação de especificações para cada tela de interface; (IV) desenvolvimento do jogo; (V) entrega e teste do jogo; (VI) avaliação dos resultados do playtest quanto à aceitação do público e aos objetivos de aprendizado.

DODDEL é um método iterativo para estudantes iniciantes desenvolverem jogos sérios acadêmicos [5], [22]. É composto por quatro etapas: (I) análise situacional, que descreve os objetivos de aprendizado, a metodologia de aprendizado, o perfil dos estudantes e o contexto de aplicação; (II) proposta de design de um jogo para listar principais conceitos educacionais, tipo de jogo e desafios do jogo; (III) documentação do design do jogo, descrevendo os cenários do jogo, interfaces e interações; (IV) documentação para desenvolvimento, descrevendo a narrativa, especificações e mecanismos.

O modelo KTM Advance [5], [23] foi desenvolvido em cima de modelos cognitivos. Possui sete etapas: (I) criação de uma base de conhecimento, em que são modelados os objetivos educacionais e os elementos de conhecimento do jogo; (II) definição e priorização da lista de conhecimentos; (III) conexão entre estrutura educacional e jogo; (IV) criação de um modelo cognitivo para compreensão do jogo; (V) dedução das

atividades e objetos do jogo a partir dos conhecimentos e do modelo cognitivo; (VI) definição do tipo de jogo e design; (VII) integração do conhecimento no jogo.

O método de Marfisi-Schottman, George e Tarpin-Bernard [24] é destinado a facilitar a relação entre o educador, o "Game Designer" e o "Screen Designer" para desenvolver jogos sérios [5]. É composto por seis etapas: (I) definição dos objetivos pedagógicos; (II) determinação do modelo de cenário do jogo, da interface relacionada aos parâmetros de público-alvo, das habilidades e contexto de uso; (III) busca por componentes de software, de acordo com as decisões e requisitos do jogo; (IV) descrição detalhada do jogo; (V) controle da inclusão dos objetivos pedagógicos; (VI) especificações para o time de desenvolvimento.

DICE é um método genérico baseado em diversos modelos e frameworks de jogos sérios [4]. Suas etapas são: (I) definição dos objetivos de aprendizado e dos conhecimentos a serem transmitidos; (II) imaginação do jogo; (III) criação de protótipos; (IV) avaliação do jogo quanto aos objetivos de aprendizado.

O método Game2Learn [25] é um método para iniciantes que desejam realizar pesquisa científica com jogos. É baseado em cinco etapas: (I) identificar usuários, necessidades e objetivos de aprendizado por meio de revisão de literatura; (II) observação do contexto e das práticas educacionais correntes; (III) elaboração do game design e construção de protótipos; (IV) desenvolvimento do jogo; (V) avaliação por experimentos internos e externos.

O método 5/10 é um método de desenvolvimento de jogos apoiado no modelo de design instrucional ADDIE – Análise, Desenho, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação de Jeuring, Rooij e Pronost [26]. Possui cinco etapas: (I) análise do contexto – determinação dos objetivos de aprendizado, revisão do contexto e materiais de aprendizado, análise dos métodos de ensino aplicados ao contexto e busca por jogos educacionais; (II) design do jogo, definindo tarefas de aprendizado, objetivos, procedimentos e desafios; (III) desenvolvimento, com criação da estética e programação do jogo; (IV) implementação em ambiente de teste e em ambiente de ensino; (V) avaliação interna e do público-alvo, com foco em feedback para melhorias.

O método de jogos sobre desastres naturais e logística humanitária [27] é composto de três macroetapas relacionadas aos jogadores e ao ambiente de jogo: (I) planejamento, composto por definição do propósito do jogo, lista de tarefas, do contexto, dos eventos-chave e dos *workflows*; (II) entrega, composto por criação do ambiente do jogo, descrição dos times e *briefing*; (III) execução, composto pelo teste do jogo, controle e monitoramento dos resultados e avaliação por meio de feedbacks.

AIMED é um método iterativo baseado nas práticas de gerenciamento de projeto ágeis [6]. Possui cinco macroetapas: (I) organização, com definição da gestão do projeto, do licenciamento e da publicação dos resultados; (II) pré-produção, com definição dos objetivos de aprendizado e dos requisitos técnicos; (III) produção, com análise e planejamento

de cada iteração, definição do game design, desenvolvimento, implementação incremental, teste e revisão das iterações; (IV) pós-produção, composto por configuração e instalação, execução do jogo, avaliação do aprendizado e da satisfação; (V) processos de suporte.

Na área da saúde, foi encontrado um método para jogos sérios voltados para terapia [28]. Possui sete etapas: (I) investigação do problema com especialistas; (II) formalização do game design geral; (III) prototipagem do *gameplay*; (IV) avaliação por *playtests*; (V) elaboração do game design para o jogo terapêutico; (VI) protótipo do jogo terapêutico; (VII) validação do jogo final por especialistas e *playtests*.

V. ANÁLISE

Os métodos observados apresentam diferentes características. Alguns focam em jogos sérios gerais, com foco em educação: EMERGO, DODDEL, KTM Advance, Marfisi-Schottman, DICE, 5/10, AIMED e Game2Learn. Outros métodos, como o de desastres naturais e de jogos terapêuticos, são focados em uma área específica do conhecimento. No entanto, entende-se que suas etapas podem ser utilizadas para desenvolver jogos de outras disciplinas, com a devida atenção às particularidades do campo.

O método EMERGO apresenta um direcionamento para a parte de programação ao criar uma etapa voltada às interfaces do jogo. Já DODDEL precisa do apoio de instrutores para produzir resultados de melhor qualidade. O método KTM Advance não apresenta avaliações ou buscas por jogos similares, o que reduz seu rigor como artefato. Por outro lado, Marfisi-Schottman não aborda explicitamente o desenvolvimento completo do jogo ou formas de avaliação.

Dois métodos focam explicitamente em educação. DICE é um método simples, que permite o educador escolher quais ferramentas ou heurísticas podem ser utilizadas para concluir cada uma das etapas. Já o método 5/10 ressalta uma análise estruturada da situação atual do ensino para compreender possibilidades de novos abordagens.

Há ainda métodos mais completos, indo além do design do jogo. AIMED é um método com viés de produção em maior escala, para além dos fins acadêmicos. Game2Learn possui maior rigor científico, ao implementar experimentos controlados e exigir uma revisão da literatura sobre o assunto.

Estes métodos foram comparados com as doze etapas da DSR [9]. O resultado desta análise está sintetizado na Tabela II.

Observou-se que nenhum dos dez métodos encontrados contemplou todas as etapas da DSR. Destaca-se os métodos Game2Learn e 5/10 como os que mais se aproximaram do rigor que trás a DSR no processo de construção de conhecimento e de artefatos. Como esperado, todos os métodos analisados cumpriram explicitamente a etapa de desenvolvimento do artefato, que, em geral, é apoiada por frameworks de design de jogos renomados da literatura, como o MDA [29] e a Tétrade Elementar [30].

A etapa de Revisão da Literatura é cumprida por dois métodos, Game2Learn e Método 5/10, mas sem o rigor exigido

Tabela II
COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE JOGOS SÉRIOS COM A DESIGN SCIENCE RESEARCH.

DSR	Método EMERGO	Método DODDEL	Modelo KTM Advance	Modelo Marfizi Schottman	Modelo DICE	Método 5/10	Método Game2Learn	Método de Link <i>et al.</i>	Método AIMED	Método Jogos terapêuticos
1. Identificação do problema						Etapa I	Etapa I			Etapa I
2. Conscientização do Problema	Etapa I	Etapa I	Etapa I	Etapa I	Etapa I	Etapa I	Etapa I		Etapa II	Etapa I
3. Revisão Sistemática da Literatura						Etapa I	Etapa I			
4. Identificação dos artefatos e das classes de problemas										
5. Proposição de artefatos para resolver o problema		Etapa I			Etapa I		Etapa II		Etapa I	
6. Projeto do artefato selecionado	Etapas I, II e III	Etapa II	Etapas II, III e IV	Etapa II	Etapa II			Etapa I	Etapa II	Etapas II e V
7. Desenvolvimento do artefato	Etapa IV	Etapas III e IV	Etapas V, VI e VII	Etapas III, IV, V e VI	Etapa III	Etapas II, III e IV	Etapas III e IV	Etapa II	Etapa III	Etapa III e VI
8. Avaliação do artefato	Etapa V				Etapa IV	Etapa V	Etapa V	Etapa III	Etapa IV	Etapa IV e VII
9. Explicação das aprendizagens	Etapa VI				Etapa IV	Etapa V	Etapa V	Etapa III		
10. Conclusões						Etapa V	Etapa V			
11. Generalização para uma classe de problemas										
12. Comunicação dos resultados									Etapa V	

por uma Revisão Sistemática da Literatura ou por Revisões Rápidas de Literatura.

A etapa de identificação explícita dos problemas só é cumprida por três métodos: Game2Learn, 5/10 e de jogos terapêuticos. A etapa final de conclusão é realizada somente pelo Game2Learn e 5/10. A comunicação dos resultados é apenas realizada pelo método AIMED. No entanto, observou-se que a generalização para uma classe de problemas não é contemplada por todos os métodos.

Observou-se que:

- O método **EMERGO** cumpriu cinco etapas;
- O método **DODDEL** cumpriu quatro etapas;
- O método **KTM Advance** cumpriu três etapas;
- O método **Marfizi-Schottman et al.** cumpriu três etapas;
- O método **DICE** cumpriu seis etapas;
- O método **Game2Learn** cumpriu oito etapas;
- O método **5/10** cumpriu sete etapas;
- O método **Link et al.** cumpriu quatro etapas;
- O método **AIMED** cumpriu seis etapas;
- O método **Jogos terapêuticos** cumpriu cinco etapas.

As etapas de DSR não contempladas pelos métodos mapeados podem afetar o desenvolvimento de um jogo sério. Estas etapas asseguram que o designer possua um conhecimento amplo sobre o que já foi produzido e se algum artefato já existente atende aos objetivos de aprendizado elencados. Também assegura que o jogo construído utilize modelos de qualidade [31], e que os resultados sejam aperfeiçoados e divulgados para a comunidade de desenvolvimento de jogos.

VI. DISCUSSÃO

A. *Discordâncias do campo*

A popularização da produção de jogos sérios iniciada em 2005 não ocorreu com uma definição clara, assertiva e não ambígua de "jogos sérios". O termo é considerado como um oxímoro, pois em geral jogos são diretamente associados a entretenimento [4].

A confusão também ocorre entre termos correlatos, onde na educação se confunde e-learning, edutainment e jogos sérios [32]. E-learning foca em qualquer tipo de aprendizado baseado em computador, não necessariamente precisa ter um jogo em sua composição. Edutainment (Entretenimento educativo) é uma palavra de moda para a combinação da educação a partir do entretenimento, usando-se normalmente o ambiente lúdico para estimular a aprendizagem e que muitas vezes não envolve um jogo. Observe que jogos sérios não precisam necessariamente de elementos digitais, podendo ser aplicados apenas analogicamente.

No campo de jogos sérios ainda há o movimento de *Game for Learning* (G4L) que é a aplicação do jogo para a transmissão de conhecimento aos alunos de forma a preencher uma lacuna existente, permitindo-os experienciar o conhecimento para além da leitura ou da escuta ativa [33]. O foco do G4L é o objetivo de aprendizado e não um objetivo de vitória, cabendo a utilização de mecanismos de avaliação como complemento à sua aplicação. Um bom exemplo é a Taxonomia dos Objetivos de Aprendizagem, ou Taxonomia de Bloom, que avalia o quanto o aluno é capacitado em três domínios principais: cognitivo, afetivo e psicomotor [34].

Breuer e Brente [32] ainda apresentam outros termos correlatos: por exemplo o *game-based learning*, que é o apren-

dizado centrado no jogo, com foco no processo em vez de apenas preocupar-se com o jogo em si. Prensky [35] corrobora com esta visão defendendo o *digital game-based learning*, ao apontar a crescente curva dos jogos digitais em detrimento aos analógicos.

B. Proposta de unificação

O modelo G/P/S, criado e proposto por Djaouti [4] é uma proposta de unificar os diversos frameworks de jogos sérios existentes na literatura. Este modelo é dividido em **Jogabilidade** (*Gameplay*), buscando apenas a definição se é baseado em jogo ou em brincadeira; em **Propósito**, dividindo em transmissão de mensagem, treinamento ou troca de dados; e **Escopo**, que relata qual é o campo de aplicação. O modelo G/P/S é simples de ser utilizado, facilitando a busca por jogos sérios de categoria similar à necessária, mas já está um tanto defasado quanto as definições de termos utilizadas nos estudos de jogos sérios.

Outros autores buscam unificar a definição e terminologia de jogos sérios através da categorização por conteúdo educacional primário, princípios de aprendizagem, público-alvo, plataforma (analógica ou digital), área de aplicação, atividade, modalidade, estilo de interação e ambiente [36], [37].

C. Design Science Research

Ao observar as discordâncias do campo e a proposta de unificação para os jogos sérios percebe-se a oportunidade de se observar os métodos de design de jogos sérios sob a ótica da Design Science Research (DSR). A DSR é uma base epistemológica para estudar o artificial, para entender como avança o conhecimento de projeto, e em sua linguagem desenvolver um método é projetar um artefato [9].

Assim como a quantidade de publicações sobre métodos de jogos sérios teve um crescimento de 2005 em diante, Fig. 1, as publicações de DSR também cresceram a partir de 2006, Fig. 4. Por este motivo, acredita-se ser fundamental dispor de um processo que permita construir e avaliar métodos. Ao comparar as quantidades de publicações sobre jogos sérios com as de DSR na *Web of Science* na Fig. 4, pode-se verificar como ocorreu a popularização de ambos os campos.

A DSR fundamenta e operacionaliza, em suas etapas de um a quatro, a condução da pesquisa com relação ao objetivo a ser alcançado. Desta forma, a etapa de identificação de um problema e a etapa de conscientização de um problema refletem na observação e definição de termos que descrevem o problema. Já na etapa de revisão sistemática de literatura (RSL) e na de identificação dos artefatos e das classes de problemas, esta observação é aprofundada ao se construir um referencial teórico sobre soluções já aplicadas, propostas de melhorias e dificuldades relatadas, bem como novos desafios apontados.

Já as etapas de cinco a nove focam na participação dos autores para além da simples observação, e objetivam a criação de novos artefatos de solução, o desenvolvimento, a avaliação e a explicitação da aprendizagem ocorrida. Estas etapas foram cobertas por uma grande quantidade de métodos encontrados,

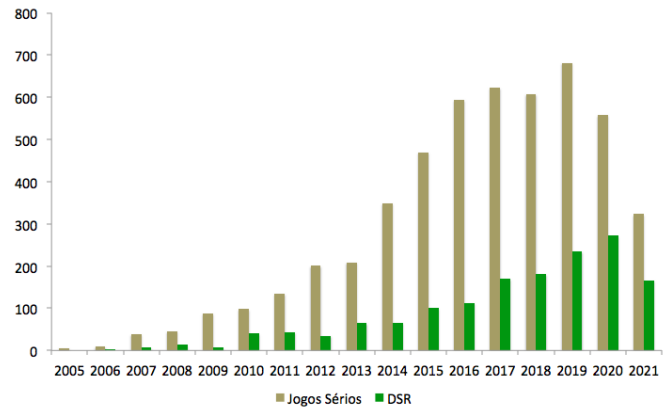


Fig. 4. Quantidade anual de publicações sobre Jogos Sérios e DSR na Web of Science.

que uma boa quantidade de métodos encontrados conseguiram cobrir, embora sejam as etapas que mais se beneficiam da utilização de frameworks para o desenvolvimento de jogos sérios.

Por fim, as etapas de dez a doze permitem gerar conclusões sobre o desenvolvimento, generalizar as classes de problemas e comunicar os resultados obtidos. Este conjunto de fatores torna a DSR um processo rigoroso para o desenvolvimento de um método de design de jogos sérios.

Ao se utilizar a DSR como processo de desenvolvimento de um método de design de jogos sérios, pode-se conseguir um amadurecimento dos conceitos e definições adotadas na área, principalmente através das definições e generalizações de classes de problema. Também é possível atingir um aumento no conhecimento pela obrigatoriedade de se explicitar a aprendizagem e de informar os resultados. Espera-se que através das etapas de projeto, desenvolvimento e avaliação de artefatos obtenha-se mais robustez e qualidade. E junto a esse ganho de qualidade deve-se atentar que o artefato final (jogo) estará atingindo os objetivos explicitados durante as etapas de concepção e definição dos problemas.

VII. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma comparação de dez métodos de desenvolvimento de jogos sérios a partir das doze etapas da DSR [9]. Baseou-se na discussão sobre as dificuldades e iniciativas da área em buscar consenso para melhorar as propostas de métodos e artefatos construídos. Por este motivo a utilização da DSR no desenvolvimento de jogos sérios contribuiu com o rigor sistemático desde as etapas de concepção (ou ideação) e para além do artefato final, haja vista que a DSR define etapas que vão além da conclusão de construção do artefato.

As discordâncias do campo podem ter contribuído com a grande variabilidade de etapas definidas pelos métodos, que por sua vez se traduzem em um afastamento muito grande das definições da DSR. Identificou-se que os métodos Game2Learn e 5/10 apresentavam maior sistematicidade em

relação às etapas definidas, enquanto os outros eram bem mais enxutos. Uma observação rápida da Figura 3 demonstra que apenas três métodos abordaram a identificação explícita do problema, o que permitiria visualizar logo de início a natureza dos artefatos. Isto é, determinar se o problema exige como artefato a elaboração de constructos, modelos, métodos ou instanciações. Supõe-se que, por este motivo, a etapa de identificação de artefatos e das classes de problemas não tenha sido contemplada por todos os métodos.

A conscientização do problema é uma etapa que pode ser traduzida como definir se a natureza do problema é teórica ou prática, algo que praticamente todos os métodos encontrados realizaram. Entretanto, apenas dois métodos propõem conduzir uma revisão de literatura na busca de reunir materiais semelhantes e possibilitar a realização de uma análise. Esta etapa possibilita uma visão ampla sobre os diversos trabalhos já realizados e uma avaliação estatística das informações, potencializando a identificação e proposição de artefatos relevantes. Este também pode ser o motivo de nenhum dos métodos ter realizado a etapa de identificação de artefatos e apenas quatro deles terem realizado uma proposição formal de artefatos para resolver o problema.

As etapas de projeto e desenvolvimento do artefato foram cumpridas pela grande maioria dos métodos pois todos propõem apresentar um jogo como produto final. No entanto, considera-se que o efeito cascata tenha ocorrido com as demais etapas principalmente pelas dificuldades iniciais em se estabelecer claramente a definição do problema e das classes de artefatos do problema. Embora apenas três métodos tenham deixado de avaliar o artefato, apenas cinco deles conseguiram explicitar a aprendizagem ocorrida durante o processo de desenvolvimento de jogos sérios.

As etapas de conclusão, generalização das classes de problemas e a comunicação de resultados também não foram contempladas pela maioria dos métodos, corroborando com a escassez de informações sobre a condução e construção de jogos sérios.

Este trabalho contribui principalmente com o fomento da discussão sobre avaliação e qualidade de propostas de métodos para o design de jogos sérios. Além disso, descreveu quais métodos apresentaram maior aderência à perspectiva da DSR - Game2Learn e 5/10, quais métodos se mantiveram mais distantes e como a DSR poderia contribuir para aperfeiçoá-los.

A falta de divulgação dos jogos criados e de suas metodologias de desenvolvimento traz problemas à comunidade. Hoje muitos educadores possuem poucos recursos para desenvolverem novos jogos, seja tempo, dinheiro ou conhecimento de design de jogos. O desconhecimento da DSR por parte de vários desenvolvedores de jogos sérios, embora não justificado, também contribui para esse cenário.

Caso os jogos sérios desenvolvidos fossem melhor divulgados, em sua integralidade, educadores poderiam utilizar jogos já prontos em vez de terem de sempre criar um jogo. Isso aumentaria o estado da arte de jogos para as áreas do conhecimento, além de estimular cada vez mais o uso dos

jogos em sala de aula. Seria benéfico tanto para educadores quanto para alunos, criando uma comunidade mais integrada de uso de jogos sérios na educação.

Sugere-se que trabalhos futuros de desenvolvimento de métodos para o design de jogos sérios façam uso da DSR. Em casos de avaliações de métodos e artefatos, a DSR se mostra robusta e promissora como candidata a este trabalho. Por último, sugere-se que trabalhos futuros investiguem de forma mais detalhada como incentivar e viabilizar a adoção das etapas não contempladas na DSR pela comunidade.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Brasil sob a Concessão RESOLUÇÃO NORMATIVA RN-017/2006; e a Coordenação de Perfeição de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil sob o Código Financeiro da Bolsa 001. Farry Silva foi apoiado pelo CNPq.

REFERÊNCIAS

- [1] M. P. Bax, "Design science: filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia," *Encontros Nacionais de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência da Informação*, 2017.
- [2] G. Xexéo, A. Carmo, A. Acioli, B. Taucei, C. DiPolitto, E. Mangeli, J. Kritz, L. Costa, and R. Monclar, "O que são jogos," *LUDES. Rio de Janeiro*, vol. 1, pp. 1–30, 2013.
- [3] D. R. Michael and S. L. Chen, *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005.
- [4] D. Djaouti, "Serious game design: considérations théoriques et techniques sur la création de jeux vidéo à vocation utilitaire," Ph.D. dissertation, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier, 2011.
- [5] L. Bennis and S. Benhlima, "Comparative study of the process model of serious game design through the generic model dice," in *2015 Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV)*. IEEE, 2015, pp. 1–5.
- [6] R. V. Rocha, P. H. Valle, J. C. Maldonado, I. I. Bittencourt, and S. Iotani, "Aimed: agile, integrative and open method for open educational resources development," in *2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*. IEEE, 2017, pp. 163–167.
- [7] T. M. Leitão, L. L. L. Navarro, R. F. Cameira, and E. R. Silva, "Serious games in business process management: a systematic literature review," *Business Process Management Journal*, 2021.
- [8] G. Xexéo, E. Mangeli, F. Silva, L. Ouriques, L. F. C. Costa, and R. S. Monclar, "Games as information systems," in *XVII Brazilian Symposium on Information Systems*, 2021, pp. 1–8.
- [9] A. Dresch, D. P. Lacerda, and J. A. V. A. Júnior, *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Bookman Editora, 2015.
- [10] J. Vom Brocke, A. Havner, and A. Maedche, *Design Science Research: Cases*. Springer, 2020.
- [11] J. E. Van Aken, "Management research as a design science: Articulating the research products of mode 2 knowledge production in management," *British journal of management*, vol. 16, no. 1, pp. 19–36, 2005.
- [12] D. W. Wilson, J. Jenkins, N. Twyman, M. Jensen, J. Valacich, N. Dunbar, S. Wilson, C. Miller, B. Adame, Y.-H. Lee *et al.*, "Serious games: an evaluation framework and case study," in *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. IEEE, 2016, pp. 638–647.
- [13] K. Peffers, T. Tuunanen, M. A. Rothenberger, and S. Chatterjee, "A design science research methodology for information systems research," *Journal of management information systems*, vol. 24, no. 3, pp. 45–77, 2007.
- [14] B. Hjørland, "Theory and metatheory of information science: a new interpretation," *Journal of documentation*, 1998.
- [15] A. Hevner, S. T. March, J. Park, S. Ram *et al.*, "Design science research in information systems," *MIS quarterly*, vol. 28, no. 1, pp. 75–105, 2004.
- [16] ISO/IEC, "ISO/IEC 25010:2011 - Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models," 2011.

- [17] K. Brunnström, S. A. Beker, K. De Moor, A. Dooms, S. Egger *et al.*, “Qualinet White Paper on Definitions of Quality of Experience,” 2013.
- [18] J. A. Vargas, L. García-Mundo, M. Genero, and M. Piattini, “A systematic mapping study on serious game quality,” in *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering - EASE '14*. New York: ACM Press, 2014, pp. 1–10.
- [19] A. S. for Quality, “Quality Glossary - Q - ASQ,” 2015.
- [20] S. Khangura, K. Konnyu, R. Cushman, J. Grimshaw, and D. Moher, “Evidence summaries: the evolution of a rapid review approach,” *Systematic reviews*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2012.
- [21] R. J. Nadolski, H. G. Hummel, H. J. Van Den Brink, R. E. Hoefakker, A. Sloopmaker, H. J. Kurvers, and J. Storm, “Emergo: A methodology and toolkit for developing serious games in higher education,” *Simulation & Gaming*, vol. 39, no. 3, pp. 338–352, 2008.
- [22] M. McMahon, “Using the doddel model to teach serious game design to novice designers,” in *Ascilite*, 2009, pp. 646–653.
- [23] B. C. Ibáñez, V. Boudier, and J.-M. Labat, “Knowledge management approach to support a serious game development,” in *2009 Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. IEEE, 2009, pp. 420–422.
- [24] I. Marfisi-Schottman, “Environnement informatique pour la conception, la production et le suivi de serious games,” in *Troisième rencontre Jeune chercheurs, Environnement informatique pour l'apprentissage Humain RJC-EIAH 2010*, 2010, pp. 53–58.
- [25] M. J. Eagle and T. Barnes, “A learning objective focused methodology for the design and evaluation of game-based tutors,” in *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education*, 2012, pp. 99–104.
- [26] J. Jeurig, R. Van Rooij, and N. Pronost, “The 5/10 method: a method for designing educational games,” in *International Conference on Games and Learning Alliance*. Springer, 2013, pp. 364–369.
- [27] D. Link, K. Meesters, B. Hellingrath, and B. A. Van de Walle, “Reference task-based design of crisis management games,” in *ISCRAM*, 2014.
- [28] S. Mader, G. Levieux, and S. Natkin, “A game design method for therapeutic games,” in *2016 8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*. IEEE, 2016, pp. 1–8.
- [29] R. Hunicke, M. LeBlanc, and R. Zubek, “Mda: A formal approach to game design and game research,” in *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, vol. 4, no. 1. San Jose, CA, 2004, p. 1722.
- [30] J. Schell, *The Art of Game Design: A book of lenses*. CRC press, 2008.
- [31] G. Petri, C. G. von Wangenheim, and A. F. Borgatto, “Meega+: Um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação,” *Revista Brasileira de Informática na Educação*, vol. 27, no. 03, pp. 52–81, 2019.
- [32] J. Breuer and G. Bente, “Why so serious? on the relation of serious games and learning,” *Journal for Computer Game Culture*, vol. 4, pp. 7–24, 2010.
- [33] K. Becker, “What’s the difference between gamification, serious games, educational games, and game-based learning,” *Acad. Lett*, vol. 209, 2021.
- [34] A. P. d. C. M. Ferraz and R. V. Belhot, “Taxonomia de bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais,” *Gestão & Produção*, vol. 17, pp. 421–431, 2010.
- [35] M. Prensky, “Digital game-based learning,” *Computers in Entertainment (CIE)*, vol. 1, no. 1, pp. 21–21, 2003.
- [36] R. A. Ratan and U. Ritterfeld, “Classifying serious games,” in *Serious games*. Routledge, 2009, pp. 32–46.
- [37] F. Laamarti, M. Eid, and A. El Saddik, “An overview of serious games,” *International Journal of Computer Games Technology*, vol. 2014, 2014.