

# Um processo baseado em modelagem de interação para o projeto de jogos educacionais a partir de livros: um estudo de caso no contexto de um jogo para dispositivos móveis

Larissa Maia Ayres, Anna Beatriz Marques, Raimundo Barreto, Tayana Conte

Instituto de Computação (IComp)  
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)  
69077-000 – Manaus – AM – Brasil

{lma, anna.beatriz, rbarreto, tayana}@icomp.ufam.edu.br

**Resumo.** *O uso de jogos educacionais tem se tornado uma estratégia importante no ensino, pois auxilia na construção e fixação de novos conhecimentos. O conteúdo de livros educativos pode ser adaptado para jogos educacionais digitais, promovendo uma experiência interativa e tornando o aprendizado interessante. Este artigo propõe um processo que auxilia a construção de jogos educacionais a partir do conteúdo extraído de livros educativos. O processo é composto por atividades para modelar a interação do jogador com o conteúdo digital. O artigo apresenta um relato da adoção do processo proposto, descrevendo os artefatos construídos em cada etapa do processo, de forma a encorajar sua adoção em projetos futuros.*

**Abstract.** *The use of educational games has become an important strategy in teaching; it helps in building and fixing new knowledge. The content of educational books can be adapted to digital educational games, providing an interactive experience and making learning interesting. This paper proposes a process that helps the construction of educational games from the extracted contents of educational books. The process consists of activities to model the player's interaction with the digital content. The paper presents an example of the adoption of the proposed process, describing the artifacts built into each step of the process, in order to encourage its adoption in future projects.*

## 1. Introdução

Diversos recursos educacionais têm sido explorados por educadores, com o intuito de construir um ambiente de aprendizagem divertido e motivador, de forma que os conteúdos teorizados possam ser inseridos em atividades lúdicas e que estimulem a participação dos alunos [Petri e Marcon Junior, 2014]. Um recurso utilizado por professores como apoio ao ensino são os jogos educacionais. Segundo Battistella *et al.* (2014), a aplicação de jogos para ensino, também chamada de aprendizagem baseada em jogos (*game based learning*), trata de aplicações de jogos que definem aprendizagem como um resultado.

Jogos educacionais consistem em uma alternativa complementar para o ensino e aplicação prática de conceitos, bem como para o desenvolvimento de competências cognitivas através de estudos de caso ilustrativos [Wangenheim *et al.*, 2009]. As experiências adquiridas pelo usuário durante o jogo podem refletir no mundo exterior, tornando os jogos um meio eficiente na hora de ensinar, efetivando o processo de ensino-aprendizagem e intensificando as experiências dos alunos [Petri e Marcon Júnior, 2014].

Segundo Battistella et al. (2014), o processo de desenvolvimento de jogos requer uma abordagem criativa, porém sistemática. Os profissionais envolvidos na criação de um jogo, precisam combinar desafio, competição e interação para tornar o jogo divertido. Neste sentido, adaptar os desafios de livros educativos para jogos educacionais pode ser uma forma interessante para reutilizar um conteúdo já firmado. Porém, esta abordagem não é considerada nos processos de desenvolvimento de jogos educacionais existentes [Battistella et al. 2014].

Dessa forma, é possível notar a necessidade de propor ou adaptar processos de desenvolvimento que auxiliem no projeto de jogos educacionais com base na adaptação de conteúdo de livros educativos. Assim, este artigo apresenta um processo que tem por objetivo apoiar o projeto de um jogo educacional baseado em livros educativos. As atividades deste processo são baseadas na caracterização de desafios proposta por Thiry et al. (2010), na modelagem da interação do usuário com o jogo educacional através do modelo de interação MoLIC [Barbosa e Silva, 2003] e na construção de protótipos a partir do modelo de interação. O processo proposto foi aplicado na adaptação do conteúdo de um livro educativo para um jogo educacional digital móvel.

O restante deste artigo está organizado como segue: A Seção 2 apresenta um referencial teórico sobre processos de desenvolvimento de jogos educacionais. Na Seção 3, o processo definido para o projeto de um jogo educacional é descrito. A Seção 4 descreve a aplicação do processo. Por fim, na Seção 5 são apresentadas as considerações finais e trabalhos futuros.

## **2. Processos de desenvolvimento de jogos educacionais**

Battistella et al. (2014) conduziram uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de identificar os processos de desenvolvimento de jogos educacionais disponíveis na literatura. Nesta seção, os processos identificados serão resumidamente descritos, considerando a etapa de projeto do jogo educacional, que consiste no foco deste artigo.

Kirkley et al. (2005) propuseram o processo denominado *Simulation-game Instructional Systems Design Process* (SG-ISD) com o intuito de integrar o processo de design instrucional com o processo de desenvolvimento de jogos. Na etapa de projeto, os autores propõem a realização da caracterização do personagem do jogo, design das lições, design das mídias, criação de *storyboards* e avaliação do design. As *storyboards* são representadas através de um grafo composto por cenas e eventos do jogo.

Kickmeier-Rust et al. (2006) desenvolveram a metodologia ELEKTRA (*Enhanced learning experience and knowledge transfer*) para o design de jogos educacionais. A etapa de projeto do jogo é baseada na representação visual em 3D e no uso da técnica de *storytelling*. Esta técnica permite que o usuário possa compreender o objetivo principal e o cenário do jogo, bem como os desafios e o progresso da história através de uma narrativa apresentada ao longo do jogo. Por sua vez, Loh (2009) também propõe o uso de *storytelling* para o projeto de jogos educacionais 3D, porém a técnica é utilizada na etapa inicial do jogo antes mesmo da definição dos objetivos de aprendizagem.

Marcos e Zagalo (2011) adaptaram o processo de design criativo de arte digital para o design de jogos educacionais. As técnicas de prototipação e *storytelling* são aplicadas para o projeto da narrativa do jogo. Sommeregger e Kellner (2012) propuseram *guidelines* para a criação de jogos educacionais de aventura (*Educational Adventure*

*Games Creation* - EAGC). Os autores sugerem a definição de cenas, que abordam objetivos de aprendizagem e narram uma parte da história do jogo.

De forma geral, os processos para o desenvolvimento de jogos educacionais, sugerem a aplicação da técnica de *storytelling* para a construção da narrativa ou enredo do jogo. Além disso, a definição de cenas é proposta como forma de apoiar a estruturação do enredo do jogo. Somente o processo proposto por Kirkley et al. (2005) descreve o uso de uma representação gráfica do relacionamento entre as cenas e os eventos do jogo, indicando uma lacuna no uso de modelos na etapa de projeto de jogos educacionais.

## 2.1. Modelagem de interação no projeto de jogos educacionais

Os processos para o desenvolvimento de jogos educacionais em geral não utilizam modelos para representação de soluções de projeto. Entretanto, a interação do usuário com o jogo é um dos principais fatores a serem considerados no processo de criação de um jogo educacional [Battistella et al. 2014]. Lopes et al. (2015) afirmam que a modelagem de interação é importante durante a fase de *design*, pois a análise dos modelos proporciona soluções alternativas para o sistema. No contexto do projeto de jogos educacionais, modelos de interação podem ser empregados para representar a interação do usuário com o jogo e projetar soluções alternativas considerando as cenas do jogo.

Um modelo de interação descreve a comunicação entre o usuário e o sistema, especificando quando o usuário pode realizar tarefas específicas, quando o usuário pode selecionar ou informar dados de entrada e quando o sistema pode processar as informações e fornecer o feedback adequado [Marques et al. 2016]. Os modelos de interação podem ser empregados como base para a elaboração de outros artefatos tais como os protótipos de interface [Bueno e Barbosa, 2007].

Barbosa e Paula (2003) propuseram uma linguagem para modelagem da interação baseada na Engenharia Semiótica, denominada MoLIC (*Modeling Language for Interaction as Conversation*). A MoLIC representa a interação do usuário com o sistema através de cenas, que representam diferentes tópicos da comunicação do usuário com o sistema. A Figura 1 ilustra um diagrama MoLIC para um sistema de pedidos de pizzas online. Os principais elementos do diagrama são descritos a seguir:

**1. Ponto de Abertura (a) e Ponto de Encerramento (b):** Indicam, respectivamente, o início e o término da interação do usuário com a aplicação.

**2. Cena:** Representa o tópico e o conteúdo da comunicação em um determinado momento da interação. No primeiro compartimento é indicado o tópico, que representa um objetivo de interação do usuário. No segundo compartimento, diálogos e signos detalham como o objetivo poderá ser atingido.

**a) Signos:** Representam a informação envolvida durante a interação. Na Figura 1, temos os signos CEP e pizzaria na cena “Selecionar pizzaria”. O signo possui um emissor, podendo ser o usuário (u:), ou o preposto do designer (d:) – que na Engenharia Semiótica consiste no sistema interativo, ou ambos (d+u:).

**b) Diálogos:** Representam os subtópicos da cena e são compostos por signos. Na Figura 1, a cena “Selecionar pizzaria” possui os diálogos: “informar CEP” e “selecionar pizzaria”. Os diálogos podem ser organizados através das estruturas SEQ, XOR, OR ou AND. A estrutura SEQ representa os diálogos que devem ser realizados em sequência. A estrutura XOR indica que apenas um dos diálogos deve ser realizado. A estrutura OR

indica a realização de um ou mais diálogos, em qualquer ordem. A estrutura AND representa a realização de todos os diálogos, também em qualquer ordem.

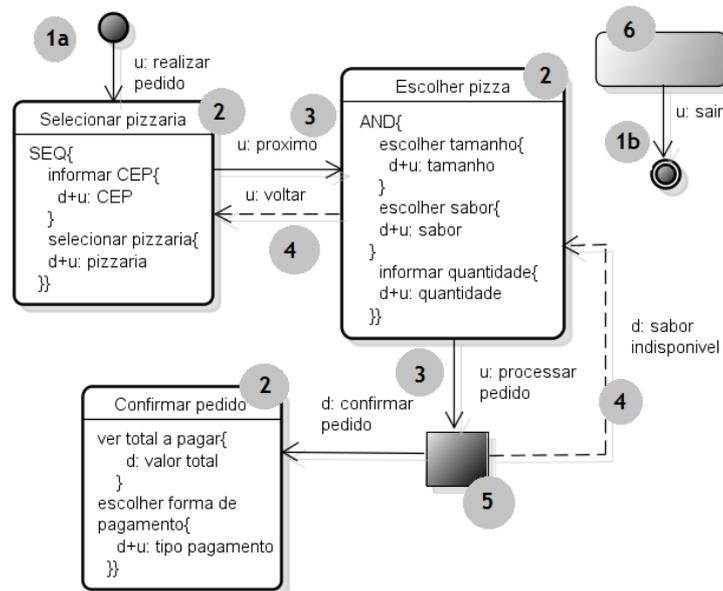


Figura 1. Exemplo de modelo de interação MoLIC.

**3. Fala de Transição:** Define o prosseguimento ou mudança de tópico da conversa e é representada por uma seta contínua. Falas que saem de uma cena são emitidas pelo usuário (u:), e falas que saem de um processo do sistema são emitidas pelo preposto do designer (d:).

**4. Fala de Recuperação da Ruptura:** Quando há uma ruptura na conversa, ou seja, não é possível ou desejável prosseguir na direção do objetivo atual, utiliza-se uma fala de recuperação de ruptura, representada por uma seta tracejada, para permitir ao usuário se recuperar de uma ruptura (fala emitida pelo preposto a partir de um processo do sistema – d:) ou abandonar aquele objetivo (fala emitida pelo usuário a partir de uma cena – u:).

**5. Processo do sistema:** Representa o processamento interno de uma solicitação do usuário, quando mais de um resultado é possível e, portanto, precisa ser comunicado pelo preposto do designer.

**6. Acesso ubíquo:** Através deste elemento o usuário pode mudar o tópico da conversa, a partir de qualquer outra cena, para atingir um objetivo diferente do atual.

Para complementar as decisões de design voltadas à interface, protótipos podem ser criados com base no modelo de interação MoLIC. Protótipos são artefatos que representam aspectos concretos da interface com o usuário, promovendo o refinamento de aspectos relacionados com a interação [Sangiorgi e Barbosa, 2010].

### 3. Processo proposto para construção de um jogo educacional

Para elaborar um jogo cujo conteúdo esteja relacionado ao ensino, é necessário seguir padrões pré-estabelecidos, tornando o desenvolvimento sistemático. Além disso, é preciso que existam meios que motivem os alunos a jogarem, sendo necessário criar

combinações de características e aspectos, como desafios, competição e interação, para tornar o jogo atrativo e divertido [Battistella *et al.* 2014].

Assim, é possível notar a importância de modelar a interação dos desafios dos jogos, para que haja a compreensão de como o jogador se comunica com o jogo. Por esse motivo, uma das bases para desenvolver um jogo educacional deve ser a modelagem de interação, pois ela representa a interação de um usuário com o sistema e permite que o desenvolvedor consiga antecipadamente perceber por meio de modelos a interação no jogo que irá desenvolver.

Com o intuito de apoiar o projeto de jogos educacionais digitais a partir do conteúdo de livros educativos, um processo foi proposto. Os livros educativos em questão devem possuir desafios em seu conteúdo, que permitam adaptar o seu conteúdo para uma estratégia de jogo. A Figura 2 descreve o processo proposto, suas atividades, fases e artefatos produzidos. A especificação textual do processo proposto pode ser consultada em Ayres *et al.* (2016).

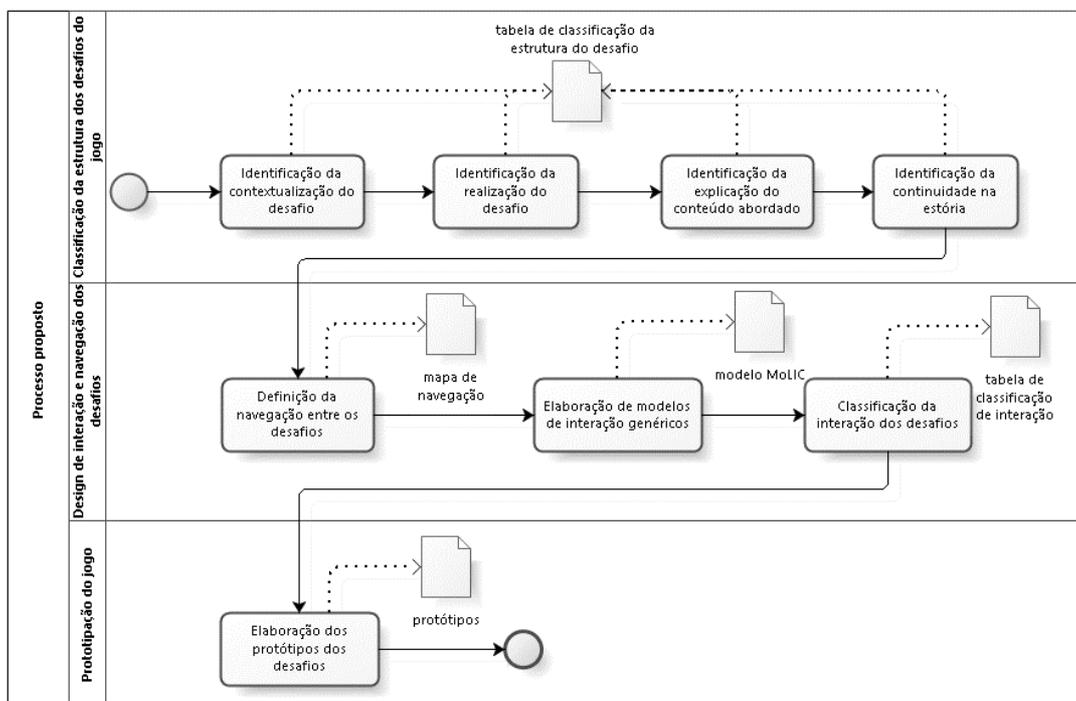


Figura 2. Processo proposto para o projeto de jogos educacionais com base no conteúdo de livros educativos.

A 1ª fase é chamada “Classificação da estrutura dos desafios do jogo”, suas atividades foram baseadas nos itens de interação que compõem os desafios do jogo "A Ilha dos Requisitos" descrito por Thiry *et al.* (2010). Os itens de interação buscam estruturar o conteúdo abordado no jogo educativo, pois organizam sistematicamente o conteúdo de determinada disciplina em um jogo educativo, organizando de maneira lógica o conteúdo abordado, além de atuar como um guia na elaboração de novos desafios. Todas essas características dos itens são importantes, visto que o processo busca reutilizar o conteúdo de um livro educativo para a definição de desafios e inseri-los em um jogo educacional de forma criativa, lógica e organizada. As atividades da 1ª fase consistem em identificar dos itens de interação no jogo. A primeira atividade é a

“Identificação da contextualização do desafio”, onde o jogo apresenta uma descrição do contexto em que o jogador se encontra no enredo do jogo e insere o conteúdo da disciplina no contexto do jogo. A segunda atividade é a “Identificação da realização do desafio”, na qual o desafio é apresentado ao jogador e o jogador tenta resolver o desafio. A terceira atividade é a “Identificação do conteúdo abordado”, onde o jogo fornece um feedback ao jogador sobre a realização do desafio, apresentando e explicando o conteúdo da disciplina abordado no desafio. A quarta atividade é a “Identificação da continuidade na estória”, em que o jogo apresenta ao usuário a continuidade do enredo, associando o desafio realizado com o próximo desafio.

A 2ª fase é chamada de “Design de interação e navegação dos desafios”, na qual é analisada toda sequência dos desafios. A primeira atividade dessa fase é a “Definição da navegação dos desafios”, ela representa como os desafios estão conectados e em qual ordem eles serão apresentados ao jogador. O artefato produzido por essa atividade é um mapa de navegação que representa a sequência dos desafios do jogo.

A segunda atividade desta fase é chamada “Elaboração dos modelos de interação genéricos”, na qual os modelos de interação que descrevem a interação do jogador com o jogo durante os desafios são elaborados. Como o conteúdo segue uma estrutura padrão de itens de interação (definida na 1ª fase), é possível elaborar modelos de interação genéricos, ou seja, não é necessário elaborar um modelo de interação para cada desafio, considerando que vários desafios podem seguir o mesmo padrão de interação. O uso de modelos de interação genéricos visa reduzir o esforço do projetista ao modelar a interação de desafios que podem possuir a mesma estrutura lógica. A intenção não é limitar as possibilidades de interação do usuário no jogo, o que poderia tornar o jogo repetitivo e entediante, mas sim apoiar o projetista na análise de quais desafios podem ser representados por um modelo de interação comum. O artefato resultante dessa atividade são os modelos de interação seguindo a linguagem MoLIC [Barbosa e Paula, 2003].

A terceira e última atividade desta fase é a “Classificação da interação dos desafios”. Nessa atividade cada desafio do jogo é classificado de acordo com um dos modelos de interação genéricos criados anteriormente. Essa atividade produz como artefato uma tabela de classificação de interação, que relaciona cada desafio com um modelo de interação genérico.

A 3ª fase do processo proposto é a “Prototipação do jogo” com a atividade “Elaboração dos protótipos dos desafios”. Os artefatos produzidos a partir dessa atividade são os protótipos do jogo, de acordo com os modelos de interação e o conteúdo do livro educativo. Cada cena do modelo de interação, foi considerada como um protótipo do jogo. As transições entre as cenas foram consideradas para definir botões e *links* entre os protótipos. Para detalhar os componentes do protótipo, tais como texto e imagens, o conteúdo do livro educativo deve ser considerado, onde os desafios são detalhados.

O processo proposto visa apoiar a melhoria da qualidade do jogo através do uso de modelos que permitam representar aspectos da interação do jogo que não são considerados nos processos de desenvolvimento de jogos identificados. Conforme apresentado na seção 2, artefatos informais tais como cenários, protótipos e *storyboards* costumam ser utilizados para representar as soluções no projeto de jogos. Todavia, através destes artefatos a solução não é representada de forma precisa e pode ser representada de forma ambígua (Sangiorgi & Barbosa, 2009). De acordo com Silva et al. (2005), o uso de modelos permite a divisão do problema em perspectivas diferentes, tratando mais

facilmente cada uma delas, em diferentes níveis de abstração, para as diferentes questões de projeto. Além disso, os modelos podem ser usados como artefato de comunicação entre os profissionais envolvidos, pois outros artefatos podem ser desenvolvidos ao longo do processo de desenvolvimento com base nos modelos, inclusive a interface concreta (Ferreira et al. 2014). Ao propor o uso de modelos de interação e navegação espera-se evitar problemas na representação ambígua e incompleta desta perspectiva de projeto, auxiliando os profissionais a projetar um jogo com melhor qualidade de uso.

#### 4. Aplicação do processo proposto

Embora o processo proposto não seja específico para plataformas móveis, o mesmo foi adotado para adaptar o conteúdo de um livro educativo para um jogo educacional digital móvel. Utilizar um dispositivo móvel para este objetivo é um conceito denominado aprendizagem móvel, uma modalidade da aprendizagem que permite o ensino e aprendizagem por meio de dispositivos móveis, sem limitação de tempo ou espaço [Soad et al. 2015]. O livro educativo utilizado como base para o projeto do jogo se difere dos demais por usar estratégia de jogos em sua estrutura; as páginas não são lidas em ordem, o enredo da história define o fluxo da leitura do leitor/jogador. O processo foi aplicado no contexto de jogos educacionais móveis, no entanto, pode ser adotado em diferentes contextos, independente de plataforma e permitindo abranger diversos cenários.

##### 4.1. Classificação da estrutura dos desafios do jogo

O livro é composto por desafios matemáticos, cada página do livro possui trechos não relacionados entre si que direcionam o jogador para outra página. Nem todos os trechos do livro são desafios, alguns trechos apresentam contextualizações do desafio, ou explicações do conteúdo abordado no desafio anterior. Além disso, cada trecho possui símbolos associados que representam animais e objetos. Esses símbolos foram utilizados para definir o tipo do trecho do livro: capacete, esfinge, máscara, moedas, pássaro e vaso. Há também o tipo “Introdução”, que está presente apenas no início do jogo explicando a estrutura do livro, a ordem de leitura do mesmo e o enredo.

Tabela 1. Tabela de classificação dos desafios do jogo

Página	Tipo	Contextualização do Desafio	Realização do Desafio	Explicação do Conteúdo Abordado	Continuidade na Estória
4	Introdução	X	X		
4	Moedas	X	X		
5	Pássaro			X	
5	Esfinge	X	X		
5	Capacete			X	
6	Vaso			X	
6	Moedas	X			
7	Pássaro				X
8	Esfinge			X	
8	Capacete	X	X		

Os trechos do livro foram analisados para classificar a estrutura dos desafios do jogo. A Tabela 1 ilustra o artefato gerado nessa fase do processo proposto.

O artefato é uma tabela de classificação dos trechos do livro que foram divididos em Contextualização do Desafio, Realização do Desafio, Explicação do Conteúdo Abordado e Continuidade na Estória. Essa classificação foi necessária para distinguir o que era desafio e o que era parte de um desafio. Os itens “Contextualização do Desafio” e “Realização do Desafio” estão presentes no mesmo trecho, por isso as páginas 4 Introdução e Moedas, 5 Esfinge, 6 Moedas e 8 Capacete estão classificadas duas vezes.

Com este artefato foi possível identificar e classificar o conteúdo do livro de acordo com os itens de interação propostos por Thiry *et al.* (2010) e, assim, classificar a estrutura dos desafios do jogo.

#### 4.2. Design de interação e navegação dos desafios

Como o livro não segue a ordem comum de leitura, a definição da navegação dos desafios permitiu compreender o enredo descrito no livro. A Figura 3 descreve o mapa de navegação que ilustra alguns dos desafios do livro e como os elementos interagem entre si, indicando os possíveis caminhos que o jogador pode seguir. Os elementos são três: o desafio, a contextualização do desafio com o conteúdo da disciplina e a continuidade na história. O mapa de navegação é representado através de um grafo, onde cada nó possui o nome do elemento e a página no livro em que está contido.

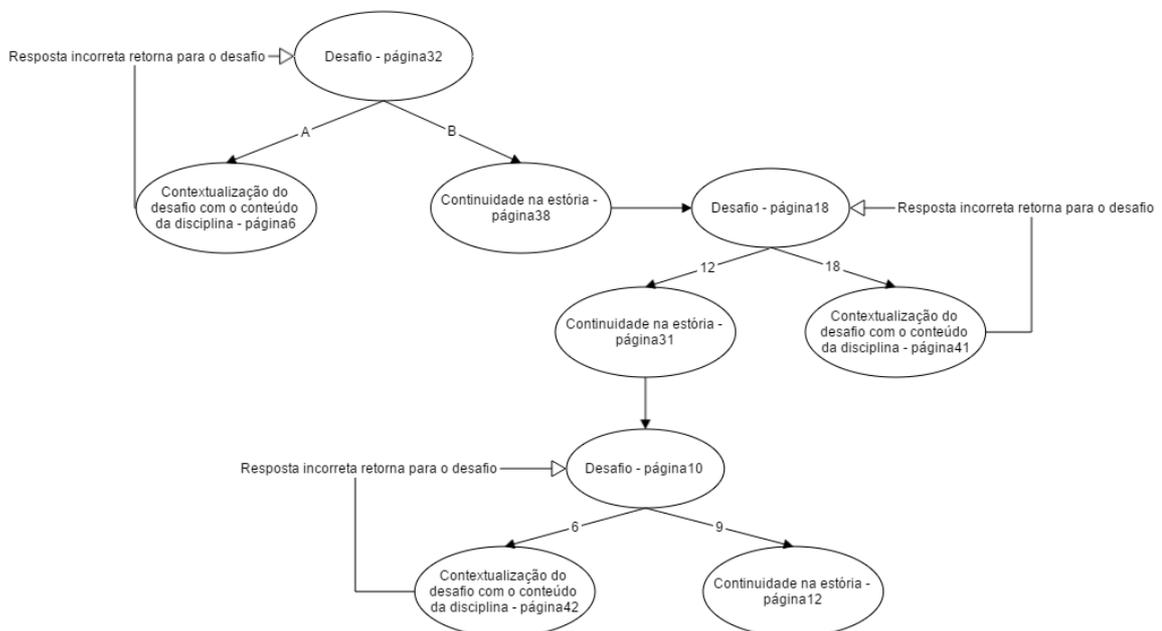


Figura 3. Mapa de navegação dos desafios do jogo.

Após definir a navegação entre os desafios, os modelos de interação foram criados para detalhar a interação do jogador em cada desafio do jogo. Foram criados três modelos de interação genéricos, pois notou-se a existência de padrões diferentes nos desafios do livro estudado. Todos os desafios eram compostos pelos itens de interação, no entanto, alguns deles ou não possuíam um dos itens ou apresentavam dois itens juntos. Todos os desafios foram analisados e classificados de acordo com os modelos de interação desenvolvidos no processo proposto. Esta seção apresenta a descrição dos modelos de interação propostos.

O primeiro modelo descreve a interação entre os desafios de forma geral, no qual o desafio possui todas as etapas de interação que foram descritas por Thiry *et al.* (2010) e adaptadas para este processo. A Figura 4 descreve o Modelo de Interação 1, sendo o mais genérico de todos. Por ter sido desenvolvido na linguagem de interação MoLIC, o modelo possui a seguinte estrutura:

- **Cena Ver contextualização do desafio:** é o primeiro contato do usuário com a interface do desafio; a fala de transição do usuário “u: acessar aplicativo”

representa o acesso do jogador. A próxima fala de transição do usuário “u: Ok, ver desafio” representa a mudança de tela e leva o usuário à cena “Ver realização do desafio”;

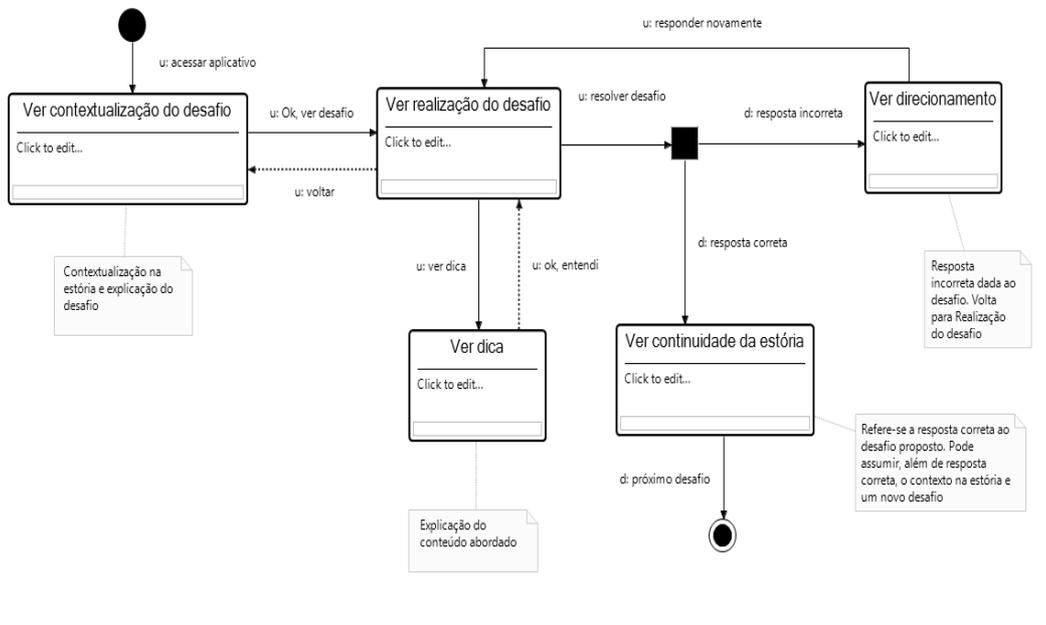


Figura 4. Modelo de Interação 1

- **Cena Ver realização do desafio:** é acessada quando o usuário clica em uma opção de “realizar desafio” na tela do jogo. A fala de transição “u: voltar” representa o retorno do jogador para a cena “Ver contextualização do desafio”, caso queira. A fala de transição do usuário “u: resolver desafio” ocorre quando o usuário responde o desafio. Ainda há duas falas de transição: “u: ver dica”, quando o usuário clica na opção “ver dica” na tela do jogo e passa para a cena “Ver dica”; e “u: ok, entendi”, que representa um botão na tela de dica do jogo. Ao ser clicado, o usuário retorna à cena “Ver realização do desafio”.
- **Processo do sistema:** representa a verificação da resposta do jogador ao desafio realizado. Há duas falas de transição nesse processo, ambas dadas pelo próprio sistema representado por “d”. São elas: “d: resposta incorreta”, que ocorre quando o usuário erra a resposta do desafio e é direcionado para a cena “Ver direcionamento”; e “d: resposta correta”, que representa a resposta correta do jogador ao desafio e o direciona para a cena “Ver continuidade na estória”.
- **Cena Ver direcionamento:** é acessada quando o usuário erra a questão e possui uma fala de transição do usuário que é “u: responder novamente”, representando quando o usuário clicar em “Resolver novamente desafio” na tela do jogo após errar a questão.
- **Cena Ver continuidade na estória:** acessada quando o jogador acerta a questão e é informado disso, essa cena possui uma fala de transição do sistema: “d: próximo desafio” que representa a transição para um novo desafio no jogo. Ponto de fechamento: o dado desafio é finalizado e o usuário é direcionado para um novo desafio.

Essa estrutura é similar nos três modelos de interação genéricos, tendo como diferença entre eles a junção e exclusão de cenas. As falas de transição e o ponto de fechamento não mudam entre os três modelos. Os desafios desenvolvidos a partir do Modelo de Interação 1 são os que possuem todas as cenas do diagrama desenvolvidas em seu contexto, tendo em sua estrutura um contexto novo que ainda não foi visto pelo jogador, ou seja, um novo desafio.

A Figura 5 apresenta o Modelo de Interação 2, que também compreende todos os itens de interação, no entanto, a primeira cena do modelo é a junção do item de interação "contextualização do desafio" com o item "continuidade na estória", pois em alguns casos do livro educativo estudado a contextualização do novo desafio já havia sido iniciada na continuidade na estória do desafio antecedente, tornando-se um contexto já conhecido pelo jogador no momento da realização do desafio. O contexto não mudou da continuidade na estória para a contextualização do novo desafio, a cena e os elementos do jogo permanecem os mesmos.

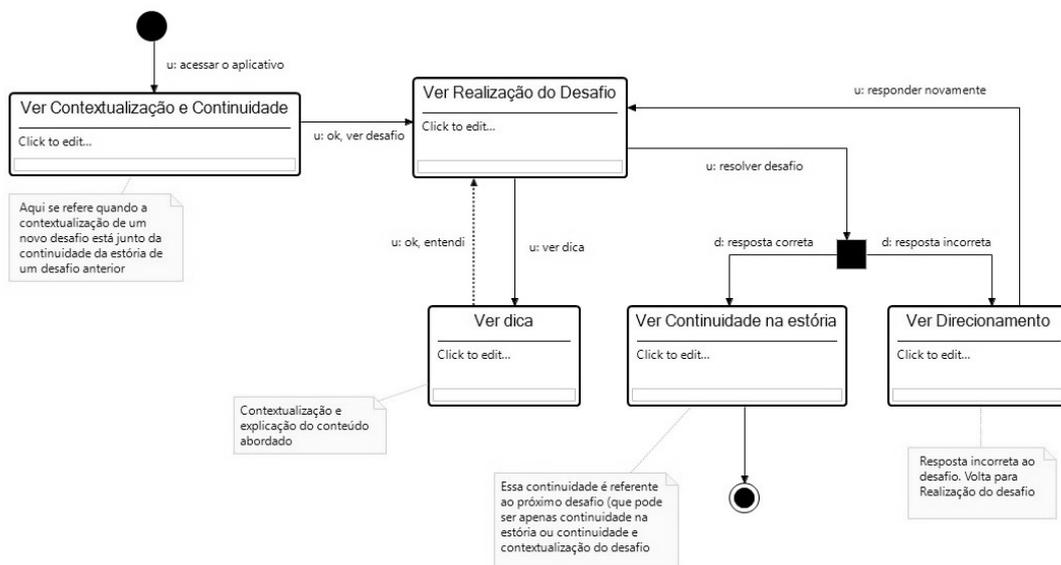


Figura 5. Modelo de Interação 2

O terceiro modelo de interação já não possui o item de interação "contextualização do desafio" e inicia no item "realização do desafio". Esse último caso acontece, pois, o livro educativo adaptado apresentou casos onde um novo desafio ainda estava contextualizado na mesma estória do desafio anterior já solucionado, por esse motivo não foi necessário criar uma nova contextualização para o novo desafio. Dessa forma, o modelo contém como elementos apenas a realização do desafio, dica, continuidade da estória e direcionamento. A Figura 6 está representando o Modelo de Interação 3 e sua principal diferença dos demais modelos é onde a interação começa, pois o modelo inicia pela realização do desafio e não pela contextualização.

Os modelos foram elaborados considerando as estruturas dos desafios do jogo, identificados a partir da análise do conteúdo do livro. Conforme discutido anteriormente, os modelos de interação são genéricos, ou seja, representam a interação de vários desafios que seguem um mesmo padrão de interação. Assim, para especificar a interação de cada desafio do jogo, foi produzido um artefato que classifica cada desafio do jogo de acordo com um dos modelos de interação.

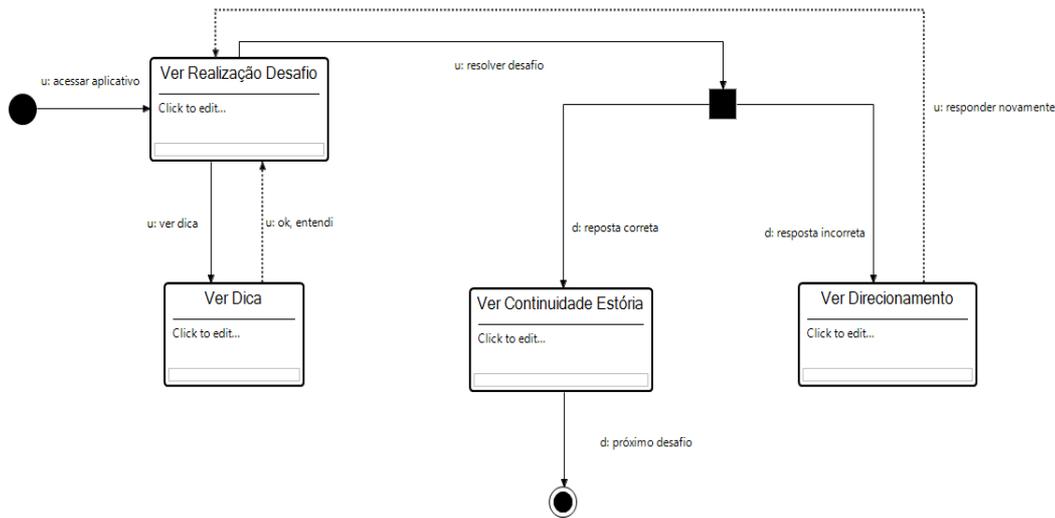


Figura 6. Modelo de Interação 3

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta parte do artefato produzido na atividade “Classificação da interação dos desafios”, que apresenta os símbolos utilizados no livro para categorizar e distinguir cada desafio. São eles: Capacete, Esfinge, Máscara, Moedas, Pássaro e Vaso.

Tabela 2. Tabela de Classificação dos Desafios de acordo com os Modelos de Interação

Desafio	Modelo MoLIC					Modelos de Interação		
	Ver Contextualização do Desafio	Ver Realização Desafio	Ver Direcionamento	Ver Dica	Ver Continuidade na Estória	M. 1	M. 2	M. 3
4_Moedas	OK	OK	OK (30_Capacete)	OK	OK (16_Pássaro)		X	
5_Esfinge	OK	OK	OK (37_Vaso)	OK (Glossário)	OK (15_Sandália)		X	
6_Moedas	OK	OK	OK (32_Pássaro)	OK	OK (34_Pássaro)	X		
8_Capacete	OK	OK	OK (38_Moedas)	OK	OK (21_Vaso)		X	
9_Vaso	OK	OK	OK (23_Vaso)	OK	OK (13_Esfinge)		X	
10_Pássaro	OK	OK	OK (42_Pássaro)	OK	OK (12_Moedas)			X
10_Esfinge	OK	OK	OK (26_Vaso)	OK	OK (27_Moedas)	X		
11_Máscara	OK	OK	OK (27_Pássaro)	OK	OK (22_Pássaro)	X		
12_Pássaro	OK	OK	OK (41_Máscara)	OK	OK (23_Máscara)		X	
13_Capacete	OK	OK	OK (5_Capacete)	OK	OK (42_Capacete)	X		
14_Vaso	OK	OK	OK (41_Moedas)	OK	OK (19_Esfinge)		X	
16_Moedas	OK	OK	OK (8_Esfinge)	OK	OK (36_Moedas)	X		
<b>LEGENDA</b>								
	Modelo de Interação 1	Modelo de Interação 2	Modelo de Interação 3					

A estratégia de utilizar modelos de interação genéricos foi vantajosa pois reduziu o custo do projeto da interação do jogo, considerando que o jogo é composto por 26 desafios e foi necessário elaborar somente três modelos de interação genéricos, e não um modelo de interação único para cada desafio. O uso dos modelos de interação genéricos também permite o uso de padrões de interação, o que pode auxiliar na usabilidade do jogo. Os padrões de interação utilizados a partir dos modelos guiaram a construção da estrutura dos desafios, tornando a interação do jogo homogênea, o que ajuda o usuário a utilizar a aplicação.

### 4.3. Prototipação do jogo

Na 3ª fase do processo, foram desenvolvidos os protótipos a partir dos modelos de interação e do mapeamento da navegação do livro. Os protótipos foram criados para simular o produto final, ou seja, a adaptação do livro em jogo digital e a interação do usuário com a interface do jogo. O objetivo desses protótipos é validar o uso dos modelos

de interação na concepção de jogos educacionais. A Figura 7 apresenta 5 telas dos protótipos criados, representando um dos desafios do livro base. Cada tela é uma representação gráfica das cenas dos modelos de interação, levando o nome das mesmas.

### a) Contextualização do desafio

Refere-se ao contexto que esse desafio está inserido na estória. Neste exemplo o jogador precisa responder uma questão sobre figuras geométricas para poder abrir a porta de saída.

### b) Resolver desafio

Ao clicar no botão "Resolver desafio" do *mockup* "Contextualização do desafio", a tela da resolução do desafio é mostrada e o jogador deve responder a pergunta feita.

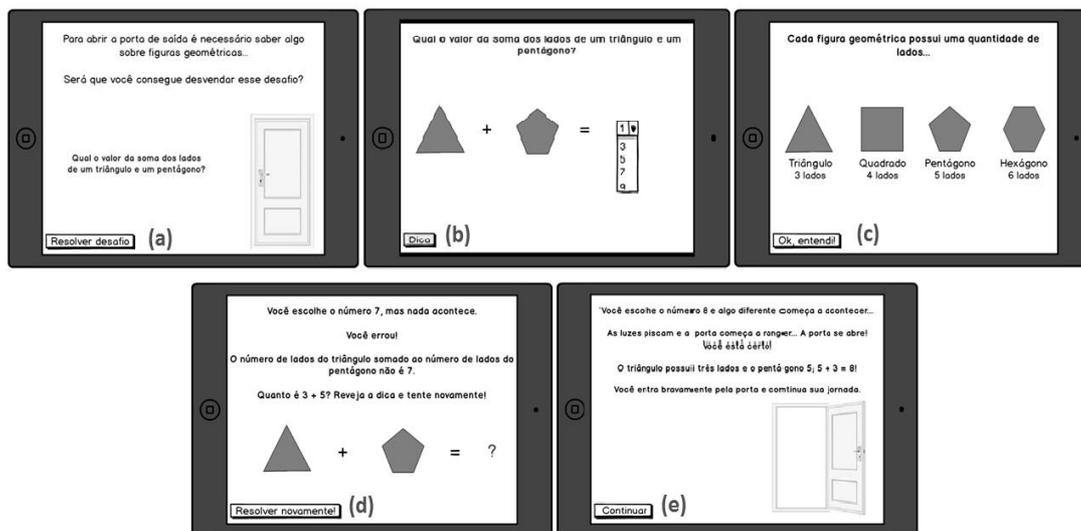


Figura 7. Exemplo de protótipos do jogo: (a) contextualização do desafio, (b) resolver desafio, (c) dica, (d) direcionamento, (e) continuidade da estória.

### c) Dica

Nesta cena o jogador encontra explicação para o conteúdo abordado no desafio. O usuário é direcionado para essa cena quando clica no botão "Dica" na tela de resolução do desafio; para voltar e responder o desafio, o botão "Ok, entendi!" deve ser clicado.

### d) Direcionamento

Quando a resposta dada pelo jogador está errada, o jogo muda para a cena "Direcionamento", onde é explicado o erro e o jogo retorna para a resolução do desafio.

### e) Continuidade na estória

Ao responder corretamente, o jogo entra na cena final do desafio onde é anunciado que o jogador acertou a resposta e o que acontecerá no jogo posteriormente.

Ao todo foram desenvolvidos 151 protótipos do livro em questão, representando todos os desafios do jogo, projetados seguindo o processo proposto. Mesmo que o jogador erre o desafio, ele receberá um feedback do jogo e poderá responder o desafio quantas vezes for necessário para prosseguir no jogo. Isso ocorre, pois, o principal objetivo do

uso de um jogo educacional é o aprendizado. Além disso, é possível saber a sequência de protótipos em um desafio consultando os modelos de interação e, para saber a sequência dos protótipos em todo o jogo, pode-se consultar o mapa de navegação que representa as sequências dos desafios que mapeia a navegação do livro e auxilia a construção dos protótipos.

A adoção do processo proposto para o projeto do jogo educacional permitiu definir a estrutura dos desafios do jogo, os relacionamentos entre os desafios, a navegação do jogo, e os elementos de interação a serem incorporados nos protótipos. Estruturar os desafios do jogo foi uma atividade importante para compreender o conteúdo do livro educativo, caracterizando a contextualização do desafio, o desafio em si e a continuidade da história após a resolução do desafio pelo jogador. Identificar a continuidade da história permitiu definir o relacionamento entre os desafios, que foi representado através do mapa de navegação dos desafios do jogo. O mapa de navegação descreve o enredo do jogo, aspecto que é considerado nos processos de desenvolvimento de jogos existentes.

Como o conteúdo do livro foi adaptado para um jogo educacional, outro ponto importante foi a definição da interação do jogador com o jogo educacional. Os modelos de interação genéricos permitiram projetar esta interação de maneira simples, pois foram necessários somente três modelos de interação genéricos para o projeto relatado e foi possível focar na interação de cada parte da estrutura do desafio através das cenas. Os modelos forneceram subsídios para construir os protótipos da interface do jogo educacional, que foram baseados também no próprio conteúdo do livro, em relação a imagens e textos.

## **5. Considerações Finais e Trabalhos Futuros**

Os jogos são utilizados como ferramenta de apoio ao processo de ensino e aprendizagem, pois por meio deles é possível firmar o conhecimento transmitido. Apesar disso, ao usar os jogos no âmbito educacional, é preciso que haja um bom planejamento, objetivos específicos e definidos, para garantir o bom aproveitamento dos assuntos apresentados.

Os jogos educacionais, sejam eles digitais ou não, podem se tornar ferramentas de grande valor, pois exigem que os jogadores/alunos usem o senso crítico, raciocínio e a vontade de resolver problemas. A aprendizagem baseada em jogos lida com aplicações que resultam em aprendizado e possuem o objetivo de ensinar, equilibrando a jogabilidade com o tema de ensino [Wangenheim e Wangenheim, 2012], aliando a capacidade do jogador de absorver e aplicar os conceitos do jogo no mundo real.

O objetivo deste artigo foi apresentar um processo que apoie a construção de um jogo educacional para dispositivos móveis a partir de um livro, guiando desde o projeto do jogo até a construção de protótipos. O processo proposto é composto por atividades com o intuito de (i) classificar a estrutura dos desafios do jogo a partir do conteúdo do livro, (ii) projetar a interação e navegação do usuário com o jogo educacional, e (iii) prototipar a interface do jogo com base no projeto de interação e navegação. A descrição da aplicação do processo descreve a forma como os jogos podem ser estruturados para transmitir de maneira lógica e eficaz o conteúdo abordado, cumprindo seu principal objetivo, que é ensinar. Espera-se que o processo proposto possa apoiar a reutilização de conteúdo de livros para a elaboração de desafios de jogos educacionais.

Como trabalhos futuros, os autores estão desenvolvendo o jogo educacional móvel a partir dos protótipos apresentados nesse artigo. Além disso, considerando que o

processo foi proposto para o projeto do jogo, guiando até a construção de protótipos, as etapas de desenvolvimento, verificação e validação podem ser incorporadas, inclusive analisando as técnicas de teste adequadas para este contexto e de que forma os artefatos gerados nas atividades do processo proposto podem servir de insumo para a verificação e validação de um jogo.

Embora neste artigo o processo tenha sido aplicado seguindo um modelo de ciclo de vida em cascata, é possível adaptá-lo para diferentes modelos de ciclo de vida, tais como incremental e evolutivo, de acordo com as necessidades de cada projeto. Com a descrição da aplicação do processo proposto, espera-se encorajar a adoção do processo em projetos futuros, para diferentes jogos educacionais.

### **Agradecimentos**

Parte dos resultados apresentados neste artigo foram obtidos através das atividades de P&D do projeto PROMOBILE, financiado pela Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda. sob os termos da lei N° 8.248/91. Os autores agradecem ao time do Laboratório de Sistemas Embarcados (ICOMP/UFAM), integrantes do referido projeto, e às contribuições dos pesquisadores do USES/UFAM na realização deste trabalho.

### **Referências**

- Ayres, L., Marques, A., Barreto, R. e Conte, T. (2016). TR-USES-2016-005. Um processo para o projeto de jogos educacionais digitais a partir de livros educativos. Relatório Técnico do Grupo de Usabilidade e Engenharia de Software (USES). Disponível em: <https://uses.induspam.com/relatorios-tecnicos/>
- Barbosa, S., e Paula, M. (2003) “Designing and Evaluating Interaction as Conversation: a Modeling Language based on Semiotic Engineering”, In Proc. of Int. Workshop on Design, Specification, and Verification of Interactive Systems, p. 16-33.
- Barbosa, S. D. J., Silva, B. (2010) “Interação Humano-Computador”. Editora Campus.
- Battistela, P. E., Wangenheim, C. G., e Fernandes, J. M. (2014) “Como jogos educacionais são desenvolvidos?”, Anais do XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - WEI - XXII Workshop sobre Educação em Computação, p. 1445-1454..
- Bueno, A., e Barbosa, S. (2007) “Using an interaction-as-conversation diagram as glue language for HCI design patterns on the web”, In Proc. of Tasks models and diagrams for users interface design, p. 122-136.
- Kickmeier-Rust, M. D. et al. (2006) “The ELEKTRA project: Towards a new learning experience”. In M. Pohl, A. Holzinger, R. Motschnig, & C. Swertz: M3 – Interdisciplinary Aspects on Digital Media & Education, Vienna, p. 19-48.
- Kirkley, S. E., Tomblin, S. e Kirkley, J. (2005) “Instructional Design Authoring Support for the Development of Serious Games and Mixed Reality Training”. Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference, p. 1-11.
- Loh, C. S. (2009) “Researching and Developing Serious Games as Interactive Learning Instructions”. Int. Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations, p. 1-19.

- Lopes, A., Marques, A. B., Conte, T. e Barbosa, S. D. J. (2015) “Estudo de viabilidade da MoLVERIC Cards: Uma Técnica para a Inspeção de Diagramas MoLIC”. Anais do XIV Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC), p. 203-212.
- Marcos, A. e Zagalo, N. (2011) “Instantiating the creation process in digital art for serious games design”. Entertainment Computing, 2(2), p. 143-148.
- Marques, A. B., Barbosa, S. D., and Conte, T. (2016) “A Comparative Evaluation of Interaction Models for the Design of Interactive Systems”. In Proc.of Symp. on Applied Computing. p. 173-180.
- Petri, G., Marcon Júnior, R.P. (2014) “Um jogo educacional para o ensino de metodologias ágeis”. Anais do VII Fórum de Educação em Engenharia de Software (FEES), p. 66-68.
- Sangiorgi, U. B. e Barbosa, S. D. J. (2010) “Estendendo a linguagem MoLIC para o projeto conjunto de interação e interface”. Anais do IX Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, p. 61-70.
- Soad, G.W., Filho, N.F.D., Barbosa, E.F. (2015) “Uma contribuição ao estabelecimento de características de qualidade para aplicações educacionais móveis”, Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, p. 165-179.
- Sommeregger, P. e Kellner, G. (2012) “Brief Guidelines for Educational Adventure Games Creation (EAGC)”. Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, IEEE 4th Int. Conf., Takamatsu, Japão, p. 120-122.
- Thiry, M., Zoucas, A., Gonçalves, R.Q. e Salviano, C. (2010) “Aplicação de Jogos Educativos para Aprendizagem em Melhoria de Processo e Engenharia de Software”. Em: VI Workshop Anual do MPS, p. 118-127.
- Wangenheim, C. G., Thiry, M., Kochanski, D., Steil, L., Silva, D. A., Lino, J. (2009) “Desenvolvimento de um Jogo para Ensino de Medição de Software”, Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software. p. 54-68.
- Wangenheim, C. G., Wangenheim, A. 2012. Ensinando Computação com Jogos. Bookess Editora.