

Desenvolvimento de Modelo de Referência para a Criação de Jogos Remotos Educacionais e sua Aplicação Piloto no Projeto Steamlog

Thiago Schaedler Uhlmann¹, Henrique Duarte Lima¹, André Luiz Luppi¹, Mateus Isaac Di Domenico¹, Luciano Antonio Mendes¹

Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Escola Politécnica¹

e-mail: tsu@tsu-it.com, duarte.lima@pucpr.br, luiz.luppi@pucpr.br, mateus-isaac@hotmail.com, l.mendes@pucpr.br

Resumo. A crescente utilização de laboratórios remotos, ou weblabs, como recurso pedagógico em cursos de engenharia, tem impulsionado a exploração de novas formas de aplicação. Este artigo descreve o estágio corrente do desenvolvimento de um modelo de referência para a combinação desse recurso com a Aprendizagem Baseada em Jogos, na forma de Jogos Remotos. O modelo para jogos remotos, ainda um *work-in-progress*, resulta dos progressos havidos a partir de estudos precedentes, absorvendo características de um modelo genérico para *weblabs* e conceitos relacionados com Design de Jogos. O modelo vale-se de taxonomias de aprendizagem e está estruturado em três macrofases: definição de requisitos, ciclos iterativos de desenvolvimento, integração e conclusão. Como caso de aplicação, tem-se um jogo remoto para uso no ensino de pesquisa operacional e logística em torno do modal ferroviário, onde o desempenho dos estudantes dependerá do domínio de temas como Fluxo de Custo Mínimo e Problema do Caixeiro Viajante. À distância e por meio de interfaces web com recepção de vídeo em tempo real do cenário físico, duas equipes programam as operações transporte e movimentação automatizada de estoques em armazéns de cargas entre nós ofertantes e demandantes, segundo os objetivos e regras definidos pelo professor responsável. A integração dos elementos locais do tabuleiro com a interface remota é feita por meio da arquitetura ISA e extensão ELSA-SP. A experiência com a aplicação-piloto no desenvolvimento do jogo remoto cooperativo Steamlog permitiu aumentar o grau de elaboração das prescrições do modelo, posicionando adequadamente nas etapas elementos relevantes que devem ser observados ao longo de um processo de desenvolvimento.

Palavras Chave: Jogos Remotos, Modelos de Referência, Aprendizagem Baseada em Jogos, Ensino de Pesquisa Operacional.

Introdução

A experimentação remota, assim como a Aprendizagem Baseada em Jogos, são paradigmas cada vez mais adotados no ensino de engenharia, uma vez que a interação de alunos e professores com artefatos e tecnologias favorece o aprendizado nos cursos relacionados a essas áreas. É crescente o uso de laboratórios remotos, ou weblabs, para a promoção do aprendizado em diferentes cursos, principalmente, em nível superior. Iniciativas como o *iLab* (Harward, 2008), *RexLab* (Carlos et al, 2018), o projeto VISIR – *Virtual Instrument Systems in Reality* (Gustavsson et al, 2011) e, inclusive, iniciativas de desenvolvimento de laboratórios remotos com o uso de jogos (Iturrate et al, 2013), o que valoriza a realização de estudos relacionados com a esta temática, assim como com outras correlacionadas e/ou derivadas, a exemplo dos Jogos Remotos, que são abordados neste trabalho.

Partindo de uma análise dos conceitos subjacentes ligados à experimentação remota e à aprendizagem baseada em jogos, tomou-se por finalidade o desenvolvimento de um modelo de referência para a criação de experimentos caracterizados como jogos remotos (Alves et al, 2017), ou seja, experimentos remotos que proporcionam experiências de aprendizado com elementos de ludicidade e competição, realizado na forma de um sistema remotamente operado e visualizado à distância por meio de acesso à rede (Internet). Um modelo de referência, uma vez validado, pode contribuir significativamente para assistir o processo

de projeto e desenvolvimento, vez que reúne e situa mais rapidamente os elementos necessários, particularmente nos casos onde a experiência ainda é pouca ou inexistente. Os benefícios estendem-se a educadores, estudantes e interessados nas aplicações pedagógicas de sistemas remotamente operados, na forma de experimentos, jogos educacionais ou similares. A medida que mais elementos observados da experiência são adicionados ao modelo de referência, ou simplificações são identificadas, o modelo de referência evolui em direção à clareza de prescrições, concisão e completeza.

A primeira parte do artigo descreve o referencial teórico utilizado para a adaptação de um modelo de referência mais genérico, com foco no desenvolvimento de experimentos remotos, em um modelo aglutinador que contempla também a Aprendizagem Baseada em Jogos. Após, detalham-se os vários elementos componentes do modelo de referência, considerando a sua inserção progressiva no modelo, bem como situando a evolução do modelo de referência desde a sua versão inicial. Finalmente, descreve-se uma aplicação-piloto, ainda em curso, deste modelo, com vistas a testar os seus elementos componentes. A aplicação, neste caso, é no desenvolvimento de um jogo remoto para o ensino de pesquisa operacional em logística, o *Steamlog*.

Referencial Teórico

A Aprendizagem Baseada em Jogos para finalidades de ensino e aprendizagem em engenharia constitui-se em um tema abordado com recorrência na literatura. Por meio de uma revisão sistemática, pode-se demonstrar o crescente uso de jogos digitais, jogos não digitais e outras práticas lúdicas em diferentes áreas da engenharia, tais como de produção, industrial, de computação, de sistemas, dentre outras (Bodnar et al, 2016).

Järvinen (2008), ao estudar os elementos essenciais que compõem um jogo, classificou-os em três macrodivisões, conforme o papel de cada elemento no seu desenvolvimento e composição, conforme segue:

- Elementos comportamentais (*Behavioral Elements*): compostos pelos jogadores, e pelo contexto no qual o jogo está sendo executado-tratam-se das razões, circunstâncias e aspectos comportamentais dos jogadores;
- Elementos compostos (*Compound Elements*): são os elementos que garantem o adequado funcionamento do jogo, bem como a interação adequada dos jogadores com o mesmo. – São as regras, mecânicas de jogo, temática, interface e informações. Abrangem ainda ações, possibilidades, assuntos tratados, procedimentos e normas a serem seguidas pelos jogadores;
- Elementos sistêmicos (*Systemic Elements*): abrangem os elementos que viabilizam e tangibilizam os demais elementos anteriormente descritos - no caso, os componentes do jogo (tabuleiro, peças, cartas, dentre outros) e o ambiente físico no qual o jogo é executado.

Os elementos supracitados se encontram dispostos de maneira inter-relacionada, sendo que os elementos compostos desempenham o papel de conectar e relacionar os demais.

Kiili et al (2012) evidenciam a relevância da experiência do usuário como elemento a ser considerado no desenvolvimento de jogos educacionais. Os autores enumeram três elementos primários a serem considerados: os usuários (no caso, os jogadores), o artefato e a tarefa, todos aplicados em um determinado contexto de uso. A partir destes elementos primários, pode-se citar três secundários resultantes da interação desses, os quais também compõem a experiência do usuário:

- Usabilidade (*Usability*): aspectos referentes à interação entre o usuário e o artefato;
- Utilidade (*Usefulness*): presença das funções adequadas para o desempenho das tarefas para as quais foi designado;
- Engajamento (*Engagement*): a quantidade de esforço empreendido pelo usuário para o desempenho de uma determinada tarefa – conforme os autores, refere-se à intensidade e à

qualidade das emoções presentes no envolvimento do usuário no desempenho de suas atividades.

Os conceitos de Kiili et al (2012) e Järvinen (2008) suportam-se mutuamente e compõem um ponto de partida para o modelo de referência proposto neste artigo.

Fu, Su e Yu (2009) também descrevem elementos essenciais que devem estar presentes em jogos com o propósito educacional. Porém, os autores, especificamente, posicionam esses elementos no contexto da educação à distância, ou *E-Learning*. Assim como os elementos descritos anteriormente, os autores levam em conta a classificação em elementos comportamentais, compostos e sistêmicos propostos por Järvinen (2008), conforme a seguir:

- **Concentração (*Concentration*):** se o jogador consegue se manter concentrado no jogo e no cumprimento dos seus objetivos, não sendo distraído, neste, por elementos irrelevantes;
- **Clareza de Metas (*Goal clarity*):** se os objetivos e metas do jogo foram apresentados no início do jogo, bem como em partes intermediárias deste quando cabível;
- **Retroalimentação (*Feedback*):** se o jogador recebe a realimentação necessária do seu progresso no jogo, e dos resultados de suas ações.
- **Desafios (*Challenge*):** se o jogo apresenta desafios que motivam o jogador a desejar solucioná-los; se a dificuldade destes desafios aumenta conforme as habilidades do jogador melhoram; se o jogador possui a ajuda necessária para solucionar estes desafios;
- **Autonomia (*Autonomy*):** sentimento de controle, por parte do jogador, dos elementos do jogo, podendo este definir e aplicar estratégias e táticas de jogo;
- **Imersão (*Immersion*):** se o jogador se encontra envolvido pelo jogo, chegando a se esquecer, durante a experiência de jogo, do mundo exterior.
- **Interação Social (*Social Interaction*):** desejo de comunicação entre os jogadores e desenvolvimento de comunidades para a troca de informações (ex.: chat);
- **Melhoria no Conhecimento (*Knowledge Improvement*):** o grau no qual o jogo melhora o conhecimento do jogador, se este pode aplicar seus conhecimentos no jogo, se ele deseja saber mais sobre o que é ensinado pelo jogo.

Para viabilizar os elementos descritos nesta fundamentação teórica no modelo de referência para o desenvolvimento de jogos remotos, optou-se por utilizar o conceito de lentes proposto por Schell (2011). O autor descreve, para cada elemento componente de um jogo, um conjunto de fatores essenciais, organizado por meio de uma lista (*checklist*), a qual deve ser considerada pelo desenvolvedor no processo de construção de um jogo.

Construção do Modelo de Referência

A construção do modelo de referência para o desenvolvimento de jogos remotos foi um processo incremental, o qual teve como marco inicial um modelo de desenvolvimento de laboratórios remotos genérico, desenvolvido por Mendes, Debner e Siqueira (2010). Este modelo, composto por seis etapas sequenciais, discorre sobre os elementos essenciais que devem estar presentes em um laboratório remoto para o seu adequado funcionamento, sendo tais elementos presentes no sistema físico (o experimento em si) e nas tecnologias da informação necessárias para o seu funcionamento (especialmente *hardware* e *software*). A Figura 1 ilustra esse modelo de referência.

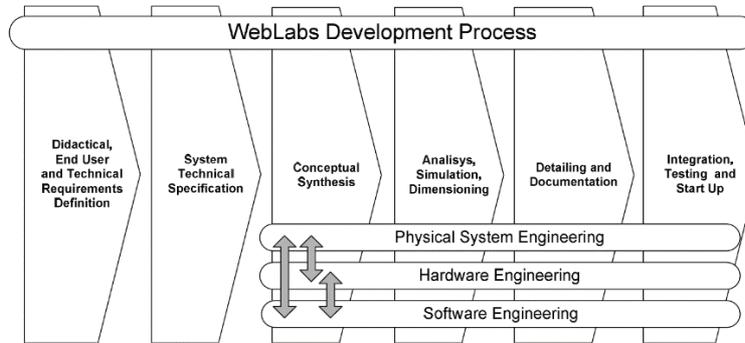


Figura 1. Modelo de Referência para o Desenvolvimento de Experimentos Remotos. Fonte: Mendes, Debner e Siqueira, 2010.

O modelo supracitado abrange os aspectos didáticos ou educacionais em sua primeira etapa de desenvolvimento, onde os requisitos relativos a estas são levantados. Dentre estes aspectos, encontram-se os resultados pretendidos com este experimento, os aspectos cognitivos nos comandos passados ao experimento e os resultados obtidos, e a análise do contexto e dos objetivos deste experimento.

A adaptação deste modelo de referência genérico ao contexto da Aprendizagem Baseada em Jogos se deu, inicialmente, com a mudança do paradigma sequencial, adotado por este modelo, para o paradigma de desenvolvimento em ciclos iterativos de projeto. Tal adequação se justificou pelo fato do modelo em espiral, a inspiração para este modelo cíclico de desenvolvimento, constituir uma referência preferencial para desenvolvimentos em Engenharia de Software (Pressman e Maxim, 2016).

Adicionalmente, a parte relativa aos requisitos pedagógicos foi aperfeiçoada, com a adição, na etapa inicial de desenvolvimento, de prescrições para a consideração de aspectos cognitivos, afetivos e psicomotores - elementos estes componentes da Taxonomia de Bloom (Bloom, 1956; Ferraz e Belhot, 2010). Assim, a primeira versão do modelo de referência para o desenvolvimento de jogos remotos (Uhlmann et al, 2017) foi delineada com três macrofases, sendo uma destas a de desenvolvimento do jogo remoto, executada de forma cíclica, conforme mostra a Figura 2.

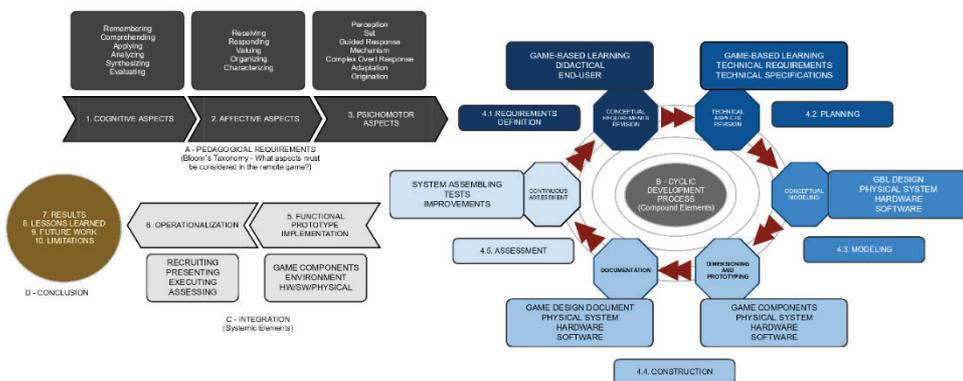


Figura 2. Modelo de Referência para o Desenvolvimento de Jogos Remotos. Fonte: adaptado de Uhlmann et al, 2017.

A primeira versão deste modelo foi aperfeiçoada a partir da experiência ampliada com a sua aplicação no desenvolvimento de um jogo remoto no ambiente acadêmico. Uma primeira modificação foi a substituição da Taxonomia de Bloom pela mais abrangente Taxonomia de Fink (2003), que compreende:

Aprendendo a Aprender, Conhecimento Fundacional, Aplicação, Integração, Dimensão Humana e Cuidado. Adicionalmente, os elementos desta taxonomia apresentaram melhor afinidade com outra referência utilizada em Design de Jogos: as Lentes de Schell (2011), que consistem em *checklists* a serem aplicados, pelo Designer de Jogos, nas diferentes etapas de desenvolvimento de um jogo, como com relação à formulação de problemas e objetivos a serem alcançados pelo projeto, a experiência do usuário, as regras, os desafios propostos ao jogador, personagens e narrativa.

As Lentes de Schell foram aplicadas para cada elemento, assim como para cada etapa de desenvolvimento do caso de jogo remoto descrita no modelo de referência. Desta forma, alcançou-se uma melhor integração dos aspectos técnicos, conceituais e de ensino-aprendizagem. Em sua versão atual, o modelo de referência encontra-se segmentado em três macrofases, sendo estas:

- Definição dos Requisitos Pedagógicos: conforme os seis elementos da Taxonomia de Fink, em conjunto com as Lentes de Schell (2011);
- Processo Cíclico de Desenvolvimento: em seis etapas cíclicas, até que se tenha um protótipo funcional;
- Integração e Conclusão: testes e avaliação do jogo remoto desenvolvido conforme os requisitos pré-estabelecidos.

A segunda macrofase do modelo, relativa ao processo cíclico de desenvolvimento, é composta de seis etapas, sendo estas elaboradas com base no modelo de Mendes, Debner e Siqueira (2010) com a adição das Lentes de Schell (2011). A próxima geração do modelo de referência, agora com elementos de avaliação relacionados à Aprendizagem Baseada em Jogos, encontra-se detalhado em apêndice neste artigo, e sua aplicação a um caso de desenvolvimento é discutida na sequência, qual seja a um jogo remoto para o ensino de técnicas de Pesquisa Operacional em Logística de Transportes e Distribuição, como parte do projeto pedagógico da universidade.

Aplicação Piloto do Modelo: Jogo Remoto Steamlog

O Steamlog consiste em um jogo remoto no qual duas equipes de jogadores executam operações de coleta, entrega e movimentações de cargas em estoques, entre nós (ou pontos) ofertantes e demandantes, com base na aplicação de algoritmos de Pesquisa Operacional – em particulara exepmplot do Fluxo de Custo Mínimo (Hillier e Lieberman, 2013). O jogo remoto se encontra na fase de desenvolvimento cíclico, onde os aspectos relativos a aprendizado, conceitos e técnicas estão ainda estão sendo refinados pela equipe de desenvolvimento multidisciplinar.

O jogo em questão é fisicamente composto por uma maquete ferroviária com trilhos na escala 1:160 (escala N), com estações distribuídas (no caso, representando os nós demandantes e ofertantes de carga), onde cargas variadas são movimentadas entre os vagões de transporte dos trens e os armazéns locais por guias. Nesta malha ferroviária, circulam dois trens (cada um comandado por uma equipe), os quais, assim como as estações, são operados por meio de comandos remotos a sistemas locais automatizados.

Os alunos acessam o jogo por meio de uma interface hospedada na nuvem, iniciada a partir de um sistema de agendamento e gestão de experimentos remotos (*iLab Service Broker*). Cada interface permite monitorar a situação corrente dos estoques armazenados nos nós ofertantes e demandantes por meio de matrizes visuais, que podem ser confirmadas nas imagens de vídeo da maquete que são transmitidas em tempo real.

Ainda por meio da interface, cada grupo pode fazer a programação de operações do respectivo trem, definindo as escolhas de caminho a serem feitas nas bifurcações de trilhos, de modo a atingir a próxima estação-destino, assim como o conjunto das operações da grua na estação para promover a movimentação de cargas almejada. As cargas portam identificadores eletrônicos (tags RFID), que permitem o seu rastreamento contínuo.

Os trens são energizados a partir dos trilhos e podem transitar em três velocidades distintas,

arbitrariamente selecionáveis, exceto nas entradas das estações, onde a velocidade mais baixa é compulsória. Os comandos de movimentação dos trens são transmitidos por rede sem fio, com um roteador wireless dedicado, para a eletrônica embarcada. Sensores na malha permitem monitorar a localização dos trens nos trilhos, e atuadores são usados na operação das bifurcações.

Todos os eventos em tempo de execução são registrados, sejam eles comandos dos usuários ou alterações nos estados dos sensores. A identificação das características do sistema (tempos, velocidades) deve ser feita pelos alunos por meio da análise dos arquivos de registro, de modo a alimentar modelos de maximização do desempenho operacional. Neste sentido, os alunos podem usar algoritmos de Pesquisa Operacional para serem mais competitivos no jogo e tomar decisões em tempo real, porém sempre observando as regras de jogo e os objetivos de transporte de cargas a serem alcançadas conforme definidos pelo professor.

As decisões acerca dos trajetos ideais e sequências ideais de movimentação de cargas nas estações devem ser entradas pelos alunos nos seus respectivos painéis de controle. Eventos de difícil previsibilidade ante a co-operação do sistema com outra equipe, a exemplo das esperas em cruzamentos e confluências, ou a ocorrência de incidentes com probabilidades pré-definidas, podem determinar reprogramações de operações pelas equipes no tempo de jogo.

As equipes dispõem de tempo limitado para a realização das tarefas, sendo que ao final a que apresentar maior eficácia ante o conjunto de regras de jogo previamente definidos será a equipe vencedora. A verificação dos registros permite auditar o cumprimento das regras e consolidar os créditos ganhos pela realização de tarefas. É possível processar os registros *a posteriori*, ou mesmo atribuir a tarefa de auditoria às próprias equipes, reciprocamente.

O jogo, além da modalidade competitiva, também pode ser realizado em modo de colaboração – neste caso, as operações de coleta e entrega deverão ser combinadas entre as equipes para que, em conjunto, a maior quantidade de tarefas seja executada em menor tempo e com maior eficiência. As regras podem ser ajustadas, por exemplo, em torno de custos atribuídos às operações logísticas e totalizados na análise *a posteriori* de registros. As equipes, atuando competitivamente ou colaborativamente, podem acertar e errar, mas em qualquer caso são mantidos os fins do aprendizado mútuo: desta forma, as operações e estados dos sistemas são permanentemente compartilhados a ambas as equipes.

Uma vez determinados os objetivos pedagógicos em consonância com a Taxonomia de Fink, estes são constantemente revisados conforme o jogo, e seus componentes, são desenvolvidos na segunda macrofase do projeto, a de Desenvolvimento Cíclico. Participam desta fase projetistas com competências complementares em Mecânica, Eletrônica, Automação, Design de Jogos e Maquetaria de Arquitetura.

As componentes de cenografia e ambientação do jogo seguem a temática *Steampunk*, que mescla elementos da segunda e da quarta revoluções industriais, tendo-se em vista que os problemas de transporte ferroviário apresentados poderão ser de diferentes épocas.

Nas iterações do projeto, subsistemas são integrados ou aperfeiçoados com base nos resultados observados e na experiência progressivamente acumulados. A execução de elementos mecânicos faz uso intensivo de CAD e impressão 3D. Circuitos eletrônicos dedicados foram criados aproveitando as facilidades proporcionadas por plataformas populares de sistemas embarcados programáveis de baixo custo, tais como a Arduino, a Raspberry Pi e a Node MCU. A integração de componentes é baseada em códigos de software específicos dotados das interfaces necessárias para permitir a sua integração.

A arquitetura de experimentação remota ISA/ELSA foi adotada para a gestão de utilização e a intermediação da conectividade entre o usuário e o sistema físico, agregando meios para o agendamento de sessões, autenticação de usuários, autorização tempestiva de acesso e registro de resultados.

A figura 3 mostra a maquete do jogo em fase de construção.

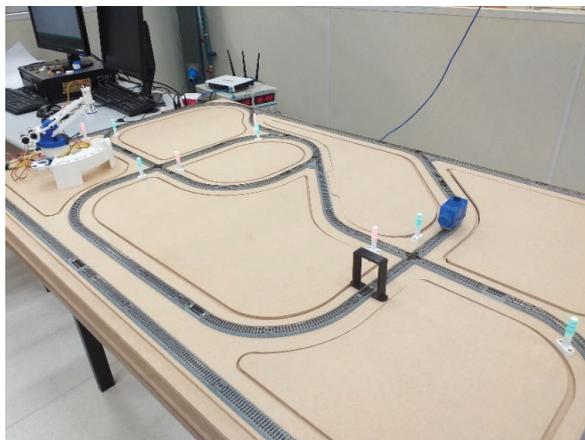


Figura 3. Jogo remoto Steamlog (em construção), mostrando protótipos funcionais de uma estação de carga e descarga (em branco) e de um trem (em azul). Fonte: elaborado pelos autores

A malha ferroviária do jogo, bem como a primeira versão da interface de controle do jogo e os elementos automatizados (trem e estações), encontram-se em fase adiantada de desenvolvimento, ao passo que o projeto de cenografia ainda se encontra em fase inicial. A automatização do sistema de tráfego no jogo Steamlog, bem como a lógica computacional das estações de carga e descarga (elementos sistêmicos), foram definidas de modo a permitir implementar as regras e mecânicas de jogo (elementos compostos), de modo a proporcionar, ao usuário usabilidade, utilidade e engajamento, tal que o jogo remoto alcance os fins propostos.

Considerações Finais

O processo de desenvolvimento de uma proposta de modelo de referência para o desenvolvimento de experimentos (ou laboratórios) remotos no formato de jogos educacionais encontra-se em estágio avançado, cobrindo uma quantidade significativa de aspectos relevantes a serem considerados por uma equipe de desenvolvimento. A experiência com a aplicação-piloto no desenvolvimento do jogo remoto cooperativo Steamlog permitiu aumentar o grau de elaboração das prescrições do modelo, posicionando adequadamente nas etapas elementos relevantes que devem ser observados ao longo de um processo de desenvolvimento. O modelo agrega, desta forma, maior capacidade de contribuir para a orientação de trabalhos em projetos cujas equipes de desenvolvimento tenham menor experiência progressa.

O modelo de referência se mostrou, até a presente etapa de desenvolvimento do jogo, útil ferramenta para a criação do artefato (o jogo remoto em si). A partir da constante revisão dos elementos componentes do modelo - em particular, os requisitos da Taxonomia de Fink e as Lentes de Schell - os sistemas do jogo (elétricos, mecânicos e computacionais) têm evoluído paulatinamente para suportar um resultado adequado pedagogicamente. O uso do modelo de referência também contribuiu para manter presente aos projetistas a importância dos elementos comportamentais, compostos e sistêmicos de Järvinen (2008), oriundos do Design de Jogos.

Agradecimentos

Esta pesquisa, bem como seus resultados, recebeu o apoio das seguintes agências de fomento: Fundação Araucária (CP 09/16), CNPq (315513/2018-7) e FINEP.

Referências

- ALVES, G. R. C. et al. Laboratórios remotos no ensino de engenharia. In: OLIVEIRA, V. F. O., TONINI, A. M. e SANTOS, S. R. (org.) **Desafios da Educação em Engenharia: Formação Acadêmica e Atuação Profissional, Práticas Pedagógicas e Laboratórios Remotos**. Brasília: ABENGE, 2017.
- BLOOM, B. S. et al. **Taxonomy of educational objectives**. New York: David Mckay, 1956. 262 p. (v. 1)
- BODNAR, C. et al. Engineers at play: games as teaching tools for undergraduate engineering students. **Journal of Engineering Education** **105**, 147-200, 2016.
- CARLOS, L. M.; SILVA, J. B., ALVES, J. B. M. e FERENHOF, H. A. Um olhar sob a interatividade em laboratórios online. **Revista Tecnologias na Educação**, ano 10, v. 24, Edição Especial para o II Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais, 2018.
- FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R.V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**. São Carlos; v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.
- FINK, L.D. **A Self-Directed Guide to Designing Courses for Significant Learning**. San Francisco: Jossey-Bass, 2003.
- FU, F., SU, R. e YU, S. EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. **Computers & Education** **52**, 2009, p. 101-112.
- GUSTAVSSON, I., ALVES, G., COSTA, R., NILSSON, K., ZACKRISSON, J., HERNANDEZ-JAYO, U. e GARCIA-ZUBIA, J. The VISIR Open Lab Platform 5.0 – an architecture for a Federation of remote laboratories. **REV 2011 Proceedings**. 2011.
- HARWARD, V. J. et al. The iLab Shared Architecture: A Web Services Infrastructure to Build Communities of Internet Accessible Laboratories. *Proceedings of the IEEE*, v. 17, i. 6, 2008.
- HILLIER, F. S. e LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- ITURRATE, I. et al. A Mobile Robot Platform for Open Learning based on Serious Games and Remote Laboratories. **1st International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education (CISPEE)**. 2013.
- JÄRVINEN, A. **Games without frontiers**. Doctoral dissertation study for Media Culture. Finlândia: University of Tampere, 2008.
- KIILI, K., FREITAS, S., ARNAB, S. e LAINEMA, T. The Design Principles for Flow Experience in Educational Games. **Procedia Computer Science** **15**, 2012, p 78-91.
- MENDES, L. A.; DEBNER, M.; SIQUEIRA, M. Systematization of the WebLabs Development Process: Towards an Approach Proposal. **International Conference on Engineering Education ICEE**, 2010.
- PRESSMAN, R.S.; MAXIM, B.R. **Engenharia de Software: uma abordagem profissional**. Porto Alegre: Bookman, 2016.

SCHELL, J. **A Arte de Game Design**: o livro original. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

UHLMANN, T.S.; MENDES, L. A.; RUFCCA, E. H.; MATOS, G. L. Aplicação de um Modelo de Referência para o Desenvolvimento de um Jogo Remoto para o Ensino de Logística de Transporte e Distribuição. **XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. UDESC/UNISOCIESC, Joinville, SC, 26 a 29 de setembro de 2017.

Apêndice: modelo de referência para o desenvolvimento de jogos remotos após as melhorias realizadas

