

## **LABTECA: EXPERIÊNCIA LÚDICA EM UM LABORATÓRIO 3D DE QUÍMICA**

Joice Lee Otsuka, joice@ufscar.br, UFSCar

Rogério Augusto Bordini, rogerio.bordini@sead.ufscar.br, UFSCar

Delano Medeiros Beder, delano@dc.ufscar.br, UFSCar

Ana Esther Rodrigues de Camargo, annaerodrigues@gmail.com, UFSCar

Thales Menato, thamenato@gmail.com, UFSCar

Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges, mtmrborg@cca.ufscar.br, UFSCar

**Resumo:** Este trabalho apresenta *LabTeca*, um jogo educacional que está sendo desenvolvido com o intuito de proporcionar ao aluno/jogador vivências em um laboratório virtual de Química Analítica em 3D. O projeto visa promover experiências lúdicas de aprendizagem, por meio de um ambiente virtual onde o jogador pode explorar o uso dos objetos do laboratório virtual (equipamentos, vidrarias, reagentes) para realizar experimentos virtuais que são propostos ao longo do jogo. Dessa forma, o jogador tem a oportunidade de vivenciar práticas de laboratório de química, muitas vezes inacessíveis, sobretudo no contexto da Educação a Distância, considerando que grande parte dos estudantes possui dificuldades de acesso às instalações das universidades e mesmo dos polos de apoio presencial. Como resultado de todo processo de *design* e desenvolvimento de *LabTeca*, um protótipo da primeira fase do jogo foi desenvolvido e validado por uma professora especialista da área de Química Analítica.

**Palavras-chave:** Jogos Educacionais, Laboratório Virtual, Recursos Educacionais Abertos, Educação à Distância.

**Abstract:** This paper presents *LabTeca*, an educational game that is being developed in order to provide experiences in a 3D virtual laboratory of Analytical Chemistry. This project aims to promote playful learning experiences through a virtual environment where the player can explore the use of virtual lab objects (equipment, glassware, reagents) to perform virtual experiments that are proposed throughout the game. In this context, the player has the opportunity to experience chemistry laboratory practice, often inaccessible, particularly in the context of distance education, considering that most students have difficulties in accessing the university's facilities and even the presence of support poles. As a result of the whole process of design and development of *LabTeca*, a prototype of the first stage of the game was developed and validated by an expert teacher of Analytical Chemistry.

**Keywords:** Educational Games, Virtual Lab, Open Educational Resources, Distance Education

### **1. INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento de atividades práticas de laboratório é um desafio em cursos oferecidos na modalidade à distância e também em cursos presenciais. A dificuldade de acesso e uso limitado dos laboratórios físicos frequentemente inviabiliza atividades práticas que requeiram o uso de equipamentos e materiais específicos. Nesse contexto, tornou-se premente a investigação de alternativas para a criação de laboratórios virtuais

interativos, que possibilitem a prática virtual de procedimentos antes possíveis apenas em laboratórios reais.

Pesquisas sobre ambientes virtuais altamente interativos, como os laboratórios virtuais, indicam que estes recursos são apropriados e podem ser bastante efetivos para programas formais de aprendizagem (Aldrich, 2009; Squire *et al.* 2004). Alguns argumentos apresentados por Aldrich (2009, p. 5-6) para justificar a efetividade desses recursos são: (i) o emprego de elementos de jogos como ferramenta de aprendizagem, instigando e motivando o envolvimento dos aprendizes; (ii) a criação de contextos significativos e similares aos reais, onde o conhecimento construído poderá ser aplicado; (iii) a possibilidade de participação ativa do estudante, o que é essencial para uma aprendizagem efetiva; (iv) possibilidade de exploração dos recursos virtuais do laboratório de forma segura, sem medo de acidentes.

Este trabalho está alinhado com outros projetos desenvolvidos pelo grupo de produção de materiais didáticos interativos, que têm como diretriz o desenvolvimento de recursos educacionais abertos (REA) (Educação Aberta, 2013) (Otsuka *et al.* 2012) (Beder *et al.* 2015), buscando soluções que favoreçam o reuso, revisão, redistribuição e remixagem dos recursos produzidos. Todos os roteiros, modelos 3D, ilustrações, trilhas e códigos produzidos estão sendo compartilhados com a comunidade sob licenças abertas como Creative Commons e GPL<sup>1</sup>.

Este artigo apresenta o jogo educacional de simulação *LabTeca* (Laboratório de Técnicas Analíticas) que vem sendo desenvolvido no Laboratório de Objetos de Aprendizagem (LOA)<sup>2</sup> da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), tendo como objetivo proporcionar ao jogador vivências em um laboratório de Química Analítica. O projeto do jogo foi concebido a partir de uma demanda de uma professora de Química Analítica, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges, que atua nos cursos de Engenharia Agrônoma, Engenharia Ambiental, Biotecnologia e Tecnologia Sucroalcooleira oferecidos nesta universidade.

Na seção 2 é apresentada a metodologia de trabalho, com os passos considerados para o *design* e desenvolvimento do jogo; na seção 3 é realizada a fundamentação teórica com uma breve discussão sobre como jogos eletrônicos que remontam laboratórios podem funcionar como recursos lúdicos capazes de suprir a carência destes espaços físicos nas escolas; na seção 4 é apresentado o jogo *LabTeca*, com descrição de seus requisitos, elementos interativos e *design*; na seção 5 é discutido como a dinâmica do jogo é integrada aos processos de aprendizagem em Química Analítica e na seção 6, por fim, são trazidas as considerações finais, com apresentação das expectativas relacionadas ao futuro do projeto.

## 2. METODOLOGIA DE TRABALHO

Durante o desenvolvimento do projeto, as seguintes ações foram desenvolvidas:

---

<sup>1</sup> O jogo, bem como todos os seus componentes, ficarão disponíveis para a comunidade no Repositório Digital Livre Saber ([livresaber.sead.ufscar.br](http://livresaber.sead.ufscar.br)), repositório digital de acesso livre da SEaD/UFSCar, onde está sendo organizado um acervo de objetos educacionais multimídia produzidos como recursos educacionais abertos.

<sup>2</sup> Website: <http://www.loa.sead.ufscar.br>

- Estudos e pesquisas nas áreas de *design* e avaliação de jogos educacionais, realizados por meio de encontros semanais com a participação de discentes e docentes envolvidos no projeto;
- Levantamento dos requisitos de um laboratório de química analítica, detalhando os equipamentos e seus comportamentos, vidrarias, reagentes e experimentos que deveriam ser mapeados no projeto;
- Concepção do jogo com base em demandas identificadas (*brainstorm*; definição inicial de mecânica, narrativa, arte, tecnologia);
- Modelagem 3D de todos os equipamentos e vidrarias do laboratório virtual;
- Especificação, junto à professora e a um licenciando em Química, dos tipos de experimentos que o laboratório virtual deveria suportar;
- Criação de um protótipo e validação do protótipo com professores e estudantes de Química e Computação.

O desenvolvimento do projeto tem sido realizado por estudantes de graduação de diferentes áreas (Química, Computação, Letras, Audiovisual e Música), os quais desempenham papéis de desenvolvedores, projetistas e ilustradores (tanto concentrados em modelagem 3D quanto ilustração). O projeto ainda tem contado com a participação e orientação de docentes das áreas de Química e Computação.

O jogo está sendo desenvolvido colaborativamente por esta equipe interdisciplinar, possibilitando um equilíbrio entre os elementos educacionais e os elementos de jogos (mecânica, estética, narrativa).

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TRABALHOS RELACIONADOS

O ensino de Química em muitas escolas brasileiras é prejudicado pela ausência de espaços apropriados para realização de atividades práticas relacionadas aos conteúdos vistos na teoria. A falta de laboratórios nas escolas implica em uma formação lacunar ao aluno, visto que muitos fenômenos químicos, para serem efetivamente compreendidos, necessitam ser observados, analisados e manipulados por meio de experimentos, permitindo que o aluno realize associações entre esses aprendizados com o seu dia-a-dia.

A existência de tais espaços fica acima das possibilidades reais da maioria dos estabelecimentos de educação do país; seja por falta de espaço físico adequado, ausência de instrumentação ou carência de materiais reagentes básicos. Na Educação a Distância, esse cenário é agravado pelo fato da maior parte dos estudantes estarem distantes da universidade e, muitas vezes, também do polo de apoio presencial. A dificuldade de acesso aos laboratórios físicos frequentemente inviabilizam atividades práticas que requeiram o uso de equipamentos e materiais específicos.

Soluções plausíveis baseiam-se na utilização de ambientes virtuais de aprendizagem, como simulações, softwares de Realidade Aumentada e laboratórios virtuais, os quais podem imergir os alunos em vivências semelhantes às de um laboratório real (Forte *et al.* 2008).

Os jogos digitais são também apontados como uma forma eficaz de suprir a necessidade de espaços físicos, recriando tais contextos de aprendizagem e permitindo a imersão do aluno em uma experiência lúdica e significativa. Gee (2005) fala sobre como

bons jogos são capazes de permitir que os alunos/jogadores interpretem papéis, cativando-os por meio da identidade:

Aprender alguma coisa em um novo campo, seja física ou carpintaria, requer que o aprendiz assuma uma nova identidade: assuma o compromisso de ver e de valorizar o trabalho e o mundo da forma como o fazem os bons físicos e carpinteiros. (...) De qualquer modo, os jogadores se comprometem com o novo mundo virtual no qual vivem, aprendem e agem através de seu compromisso com sua nova identidade. Por que deveria a identidade de um cientista ser menos atraente? (p. 3).

A aprendizagem baseada em jogos também é defendida por Squire (2007) como uma forma de engajar os alunos em atividades significativas e permitir que assumam novas identidades, explorem mundos e aprendam. Segundo Squire (2007, p. 52-53):

Há um paradigma emergente de aprendizagem baseada em jogos baseada em teorias da cognição contextualizada. Essas teorias argumentam que aprendemos melhor quando estamos engajados em atividades orientadas a objetivos nas quais estamos significativamente engajados e convidados a assumir a identidade de especialistas (...). Esses jogos nos dão acesso a modos de pensar (incluindo conhecimento, habilidades, valores e disposições) de especialistas, e nos convidam a experimentar o mundo de novas formas (...). Note, no entanto, que isto significa mais do que dizer “sinto-me como um cientista neste jogo”. Significa fazer coisas que cientistas realmente fazem.

Assim, por meio de um *game* que ofereça uma vivência em um Laboratório Virtual de Química Interativo, espera-se que o aluno aprenda habilidades e técnicas relacionadas aos conteúdos de Química, de forma lúdica, assumindo o papel de um químico.

Devido ao exposto, a aprendizagem baseada em jogos tem ganhado forte interesse das comunidades de pesquisa em Tecnologias na Educação. As últimas edições do NMC Horizon Report<sup>3</sup> destacam tópicos relacionados a jogos na Educação como tecnologia emergente de grande impacto para a Educação. A Edição de 2012 afirma que jogos podem desenvolver a capacidade de resolver problemas, de colaboração e socialização fazendo com que os estudantes se sintam motivados e se inteirem facilmente do conteúdo da disciplina. É importante ressaltar que grande parte dos atuais estudantes do ensino médio e graduação já chegam a estes cursos com muitas horas de experiência em jogos (Johnson *et al.* 2012). A Edição de 2015 trás perspectivas com relação aos Laboratórios Virtuais e Remotos, que são considerados tecnologias de aprendizagem capazes de potencializar as estratégias pedagógicas do professor (Johnson *et al.* 2015).

Diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos nessa área. Em Bispo *et al.* (2012), é apresentado um jogo educacional aberto disponibilizado na internet no formato de um REA para o ensino e aprendizado de conceitos de Toxilogia. O jogo, chamado *Daphnia*

---

<sup>3</sup> Relatório anual elaborado pelo New Media Consortium em colaboração com EDUCAUSE Learning Initiative, que aponta as tecnologias que causarão impacto na educação em um horizonte de cinco anos.

*World*, propõe que o jogador controle um animal que busca vencer desafios ambientais a fim de chegar a seu local de reprodução. O jogo despertou o interesse e a motivação dos estudantes na assimilação dos conceitos da disciplina de Toxilogia Ambiental.

Em Machado *et al.* (2011) é apresentado um jogo educacional 3D voltado ao ensino médio que permite o controle de um personagem que, ao responder perguntas (de conteúdos que podem ser cadastrados por professores), tem acesso a ambientes onde é possível encontrar “cristais” e acumular pontos. O trabalho demonstrou que é possível integrar uma ferramenta de ensino a um ambiente de jogo 3D, assim como similarmente proposto pelos ambientes interativos de *LabTeca*.

Zafeiropoulos *et al.* (2014) apresentam um jogo voltado ao treinamento de novos estudantes e funcionários ao uso de laboratórios de biologia, assim como a assimilação de métodos experimentais complexos. Trata-se de uma solução para problemas como limitação do espaço físico, tempo disponível e do alto custo e sensibilidade de diversos instrumentos laboratoriais que nem sempre podem ser manipulados, podendo resultar em um treinamento insatisfatório.

No próximo item será apresentado como o jogo *LabTeca* tem sido pensado para explorar tais conceitos em seu *game design*.

#### **4. APRESENTAÇÃO DE LABTECA**

*LabTeca* é um jogo de experimentação de práticas de Química Analítica em um laboratório virtual, com o qual se pretende simular o ambiente real de trabalho desse contexto. Para tal, o jogo traz diversos equipamentos, vidrarias e reagentes que poderão ser explorados pelo aluno/jogador para desenvolver seus experimentos químicos e, desta forma, desenvolver seus conhecimentos e habilidades em Química Analítica. Atualmente o jogo está em fase Alfa, apresentando os requisitos iniciais do *game design* implementados, bem como sua mecânica básica, visual gráfico e trilha sonora. A seguir são apresentados os requisitos, bem como os elementos de jogo e de interação que permearam o *design* da atual versão do *game*.

##### **4.1. Requisitos**

Os requisitos do projeto *LabTeca* foram elaborados pela equipe do LOA, com o intuito de se desenvolver um recurso educacional aberto capaz de contribuir para o aprendizado de Química Analítica de forma lúdica. Dessa forma, os requisitos macro do projeto são:

1. Possibilitar a simulação de experimentos de Química Analítica, contemplando um conjunto de equipamentos e procedimentos principais. Os estudantes devem poder experimentar virtualmente a manipulação de equipamentos e reagentes para a realização de experimentos, bem como analisar os comportamentos destes;
2. Oferecer uma experiência lúdica e interativa na qual o jogador possa se entreter ao explorar um ambiente virtual que simule o real contexto de um laboratório de química, podendo realizar diversos experimentos manipulando equipamentos, vidrarias e reagentes virtuais comuns a estes laboratórios;
3. Considerar os objetivos educacionais e os elementos de jogabilidade de forma equilibrada, de modo a oferecer uma experiência lúdica de aprendizagem significativa;

4. Favorecer o reuso, revisão, remixagem e redistribuição sem fins comerciais do jogo e de todos os seus componentes, seguindo o movimento dos Recursos Educacionais Abertos (D'antoni e Savage, 2009; Open Society Foundations & Shuttleworth Foundation, 2007).

## 4.2. Elementos de jogo

O *LabTeca* pode ser considerado um *adventure game* em primeira pessoa, dotado de momentos de exploração, simulação e resolução de quebra-cabeças (*puzzles*). O jogo mantém o aluno focado nos experimentos e nos procedimentos corretos que deverá seguir com o intuito de cumprir as tarefas pré-determinadas em cada fase/ambiente.

A narrativa do jogo traz a história de Cris, uma funcionária recém-contratada do *LabTeca* que é aprisionada por LIA (*Labtech* Inteligência Artificial), um sistema de segurança autônomo e inteligente utilizado para manutenção do laboratório, e que deseja dominar o mundo. A fim de concretizar seu plano, LIA busca o condutor elétrico perfeito para conectar-se ao cabo que lhe concederá poder total, o qual poderá ser obtido por meio da ajuda de Cris. Diante disso, LIA solicita à pobre novata que execute uma lista de experimentos a fim de alcançar a criação do condutor elétrico.

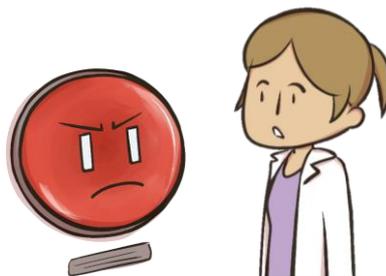


Figura 1 – Personagens de *LabTeca*. LIA e Cris

O cenário de *LabTeca* é apresentado em três dimensões (3D) durante seu *gameplay* (Figura 2) e no estilo *cartoon* (Figura 1) nas cenas de animação que são apresentadas entre as fases do jogo, destacando pontos-chave da narrativa. O estilo 3D como forma de interação foi adotado por oferecer maior liberdade de exploração ao jogador e pela possibilidade de imersão ao real contexto de um laboratório de química.



Figura 2 – Ambientação do laboratório

O estilo visual 3D também possibilita a interação com os equipamentos modelados de acordo com seus formatos reais (Figura 3).



Figura 3 – Alguns equipamentos modelados para o jogo

Outro elemento importante para a estética foi o esquema de composição da trilha sonora. *LabTeca* possui músicas que variam de acordo com as situações do jogo, como em momentos de tensão, realização de experimentos e exploração do cenário.

### 4.3. Design de interação

Foi realizado um estudo para o *design* da interação do jogador com os objetos disponíveis no laboratório virtual (equipamentos, armários, vidrarias e reagentes) e o inventário (criado para possibilitar o armazenamento e o transporte de vidrarias, reagentes, compostos e resultados de análises).

A proposta de *design* foi elaborada tendo como objetivo proporcionar ao jogador/aprendiz uma experiência pela qual ele possa estar engajado com o *gameplay*, enquanto aprende os conceitos da disciplina de Química Analítica. Em um primeiro momento, a proposta de *design* teve como foco as interações com: (i) os armários, onde são armazenados reagentes e vidrarias; (ii) com as vidrarias e reagentes; (iii) com os equipamentos; (iv) com o inventário.

A interação com equipamentos, bancadas e armários ocorre quando o jogador se aproxima e "toca" nesses recursos usando o *mouse*. A câmera então muda para a perspectiva ortogonal e uma interface é apresentada ao jogador com as possíveis interações disponíveis com o recurso em questão. Por exemplo, na interação com o armário (Figura 4), é apresentada uma lista contendo as vidrarias ou reagentes contidos dentro daquele armário, permitindo então que o jogador pressione o botão "Adicionar" para que aquele item seja adicionado em seu inventário (Figura 5).

O inventário atualmente possui quatro divisões para organização dos itens coletados ao longo do jogo: reagentes sólidos, reagentes líquidos, vidraria e resultados. O posicionamento de cada item é realizado na forma de *grid*.



Figura 4 - Interface armário



Figura 5 - Protótipo do inventário

A interação com os equipamentos ocorre de forma semelhante. O jogador se aproxima e "toca" no equipamento e são apresentadas opções de ações disponíveis. A Figura 6 apresenta a interface de interação com a balança de precisão, espátulas (para manusear reagentes sólidos), pipeta (para manusear e medir reagentes líquidos), e uma pisseta (para adicionar água destilada quando necessário). Para realizar os experimentos solicitados, é possível colocar as vidrarias na bancada e na balança e então, utilizando as ferramentas, adicionar reagentes, soluções, realizar a pesagem até que seja obtido o resultado necessário para a conclusão do experimento com sucesso.

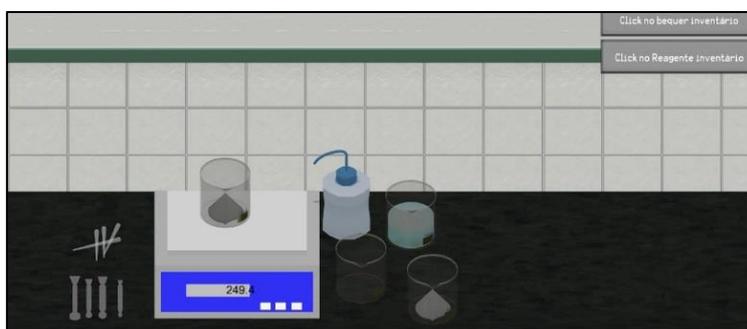


Figura 6 - Protótipo da bancada com balança de precisão e vidrarias para realização de experimentos

Para o desenvolvimento do protótipo foi utilizado o motor de jogo *Unity*, que traz um conjunto de funcionalidades que facilitam e agilizam a criação de *games* em três dimensões, permitindo ainda uma maior produtividade quanto à programação (na linguagem C#). O software utilizado para a produção das músicas foi *Reason*, o qual possui um banco de *samplers* e efeitos que auxiliam na composição das trilhas. Quanto à modelagem 3D dos cenários e objetos, foi utilizado o software gratuito *Blender*, o qual permite a criação de cenários e personagens de forma prática, além de permitir que seus modelos criados sejam importados e manipulados no *Unity* (Oliveira *et al.* 2012).

## 5. APRENDIZAGEM

*LabTeca* foi projetado pensando em estudantes de ensino médio, técnico e de

graduação, os quais já tiveram contato prévio com conteúdos baseados em Química Analítica. São propostos experimentos que o aluno/jogador deverá realizar ao longo do jogo, com uma curva de aprendizagem gradativa, de tarefas mais simples (como calibragem e limpeza de vidrarias) até as que exigem maior nível de conhecimento (como uso e leitura de espectrofotômetro, utilizado para medir a quantidade de luz absorvida por uma solução) ao final do jogo.

Por exemplo, nas primeiras fases o jogador deve preparar uma solução de 1mol/L de NaOH, a qual exigirá aprendizagem de conceitos como diluição, ácido e base, bem como calibragem da balança de precisão. O aprendizado destes conceitos será essencial para a realização dos experimentos das fases seguintes, principalmente para o último experimento do jogo que exigirá a utilização da maioria dos conhecimentos químicos previamente fornecidos.

Para além dos sete experimentos guiados pela vilã LIA, existem ainda os que a protagonista necessita realizar para escapar do laboratório sem compactuar com o plano maligno da vilã. Dessa forma, existem diferentes caminhos e experimentos que podem ser explorados pelo jogador, aumentando a motivação, imersão e o fator de *replay*.

Ademais, o jogador conta com a ajuda de um caderno de anotações que pode ser acessado a qualquer momento, o qual disponibiliza informações referentes aos experimentos, fórmulas e equipamentos do laboratório. Esse caderno também funciona como uma forma de rever informações e habilidades aprendidas, pois à medida que o jogador avança, torna-se necessário o uso dos conhecimentos previamente adquiridos nas fases anteriores para que se obtenha sucesso nas seguintes. Equipamentos, vidrarias e salas serão liberados de acordo com o progresso do jogador.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado de todo processo de *design* e desenvolvimento de *LabTeca*, assim como apresentado neste trabalho, um protótipo da primeira fase do jogo foi desenvolvido e validado pela professora especialista da área de Química Analítica, a qual interagiu com uma versão de PC em nosso laboratório e fez uma análise dos elementos educacionais do jogo. Foram identificadas novas opções de interação que deverão ser implementadas para possibilitar a realização de novos tipos de experimentos.

Como trabalhos futuros, pretende-se refinar as interações com equipamentos, vidrarias, reagentes e inventário e realizar testes de usabilidade com especialistas e testes com o público-alvo, ou seja, estudantes de ensino médio, técnico e de graduação. Também se espera realizar avaliações usando instrumentos como o *EGameFlow* (Fu *et al* 2009), para a análise da adequação desse recurso como um jogo educacional, bem como para o direcionamento de futuros refinamentos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio concedido pelo MEC/SESu (Edital ProEXT 2014), CAPES e CNPq; o suporte da Secretaria de Educação à Distância (SEaD), à Pró-Reitoria de Extensão da UFSCar e a todos os professores, alunos e amigos que, direta ou indiretamente, vêm contribuindo com a realização deste projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDRICH, C. **Learning with games, simulations and virtual worlds: strategies for online instruction**. John Wiley & Sons Inc, 2009.
- BEDER, D.; OTSUKA, J.; CAPPELINI, D.; FERNANDES, M.V.; SILVA, R.B.; GUIDO, A. R. Recursos Educacionais Multiplataformas Abertos na Rede. In: **II Workshop Recursos Educacionais Abertos 2015**, Maceió. Anais dos Workshops do CBIE 2015, 2015.
- BISPO, D. M. M.; ZABEU, M. S.; UMBUZEIRO, G. A.; BORGES M. A. F. Desenvolvimento de Jogo Educacional sobre Ecotoxicologia Utilizando HTML5. In: **Revista Brasileira de Informática na Educação**, 2012.
- BORGES, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.3: 2002. p. 298.
- D'ANTONI, S.; SAVAGE, C. (Org.). **Open Educational Resources – Conversations in Cyberspace**. Paris: UNESCO, 2009. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001816/181682e.pdf>>. Acesso em nov. 2015.
- FORTE, C., OLIVEIRA, F. C., SANTIN, R., KIRNER, C. Implementação de Laboratórios Virtuais em Realidade Aumentada para Educação à Distância. In: **5o Workshop de Realidade Virtual e Aumentada – WRVA**. CDROM. 2008.
- FU, F. L.; SU, R. C.; YU, S. C. EGameFlow: a scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. In: **Computers & Education**. Elsevier Educational Research Programme. 2009.
- GEE, J. P. **Good video games and good learning**. PhiKappaPhiForum, nº 2. 2005.
- JOHNSON, L., ADAMS, S., CUMMINS, M. **The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition**. Austin, Texas: The New Media Consortium. 2012.
- \_\_\_\_\_. **The NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition**. Austin, Texas: The New Media Consortium. 2015.
- MACHADO, A. F. V.; CAZETA, P. P.; FIGUEIREDO, A. M. O.; SANT'ANA, L. S.; Junior, N. A. da S.; DUTRA, S. F. E.; CLUA, E.; Uma proposta de Jogo Educacional 3D com Questões Didáticas. In: **Anais do XXII SBIE**. Aracajú, 2011.
- OLIVEIRA, K. D.; SANTOS, W. L.; SOUZA, R. C.; MOURA, R. O.; SILVA, J. F. M. C.; MENEZES, J. W. Laboratório Virtual de Química: Blender 3D Auxiliando no ensino da Química. In: **XI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Belém-PA. 2012.
- OPEN SOCIETY FOUNDATIONS & SHUTTLEWORTH FOUNDATION. **Cape Town Open Education Declaration: Unlocking the promise of open educational resources**. Cape Town, Africa, 2007. Disponível em: <<http://www.capetowndeclaration.org/read-the-declaration>>. Acesso em nov. 2015.
- OTSUKA, J. L.; BEDER, D. M.; MONTANARO, P. R.; ROCCA, I. Z.; GHELARDI, A. Desenvolvimento de jogos educacionais abertos. In: **Workshop Recursos Educacionais Abertos 2012**, Rio de Janeiro. Anais dos Workshops do CBIE 2012, 2012.
- SQUIRE, K. D. **Games, Learning and Society: Building a Field**. Educational Technology. 2007. p. 52-53.
- ZAFEIROPOULOS, A.; KALLES, D.; SGOUROU, A. Adventure-Style Game-Based Learning for a Biology Lab. **IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies**. Atenas, Grécia. 2014. pp 665-667. DOI: 10.1109/ICALT.2014.195.