

ENGAJAMENTO DE USUÁRIOS EM MUNDOS VIRTUAIS: UMA ANÁLISE TEÓRICA-PRÁTICA

Fabrizio Herpich, PPGIE/UFRGS, fabricio.herpich@gmail.com
Liane Margarida Rockenbach Tarouco, PPGIE/UFRGS, liane@penta.ufrgs.br

Resumo. Com o advento das Tecnologias da Informação e da Comunicação em meio ao âmbito educacional, tornou-se imprescindível uma reflexão sobre os aspectos relacionados às interações dos usuários com os mundos virtuais voltados a educação e seus materiais pedagógicos. Neste sentido, a fim de colaborar com uma melhora na motivação destes usuários durante a navegação nestes ambientes, buscando evidenciar as características que os atraem e os satisfazem quando imersos nestes mundos virtuais, esse artigo tem como objetivo principal investigar os aspectos relacionados ao engajamento dos usuários em um laboratório virtual de física desenvolvido no OpenSimulator, sendo apresentado como resultado final um estudo de caso com uma pesquisa composta de uma análise teórica e prática das características de engajamento relevantes para ambientes virtuais imersivos.

Palavras - Chave: Mundos Virtuais; Engajamento; Laboratórios Virtuais; Ambientes Virtuais Imersivos.

USER ENGAGEMENT IN VIRTUAL WORLDS: A THEORY-PRACTICE ANALYSIS

***Abstract.** With the advent of Information and Communication Technologies among the educational field, it became imperative to reflect on aspects related to user interaction with virtual worlds aimed at education and their teaching materials. In this regard, in order to collaborate with improved motivation of these users while browsing these environments, seeking to highlight the features that attract and satisfy when immersed in these virtual worlds, this article aims to investigate the issues related to user engagement in a physics virtual laboratory developed the OpenSimulator, being presented as the final result a case study to a survey made up of a theoretical and practical examination of the relevant engagement features for immersive virtual environments.*

***Keywords:** Virtual Worlds; Engagement; Virtual Laboratories; Immersive Virtual Environments.*

1. INTRODUÇÃO

Diante da constante inserção de Tecnologias da Informação e da Comunicação na sociedade e do emprego das mesmas no âmbito educacional, novas demandas estão surgindo, fazendo-se necessário a reflexão sobre novos paradigmas, a fim de atender aos novos papéis atribuídos aos cenários da computação na educação.

Diante desta perspectiva e com o intuito de atender as novas exigências demandadas pela sociedade, uma das áreas da informática na educação têm concentrado esforços dos pesquisadores no desenvolvimento de ambientes capazes de proporcionar a imersão dos usuários aos conteúdos educacionais, proporcionando interações com objetos de aprendizagem e a sensação de estarem incorporados aos ambientes de aprendizagem. Também denominados de mundos virtuais, esses ambientes podem ser considerados

II

espaços altamente interativos, pois conforme Burton, Martins e Robins (2013), permitem que os alunos toquem e manipulem os itens em um universo virtual.

Em meio a isso, um dos aspectos em que os estudiosos têm encontrado dificuldades ao longo da construção destes ambientes virtuais imersivos, concerne em alcançar o engajamento dos usuários. A fim de examinar esta dimensão em específico, este artigo tem como objetivo discutir as características elencadas por pesquisadores da área, no que diz respeito ao engajamento de usuários em ambientes virtuais de aprendizagem. Portanto, é apresentado um *know-how* com as práticas especificadas por estes autores, delineando as perspectivas de como podem ser exploradas estas orientações no desenvolvimento de mundos virtuais em três dimensões.

Para a realização deste trabalho, utilizou-se como estudo de caso um laboratório virtual de física desenvolvido na plataforma de mundos virtuais OpenSimulator (OpenSim), a fim de exemplificar os princípios elicitados durante a revisão bibliográfica, bem como corroborar com a construção e implementação de novas funcionalidades que ajudem a fidelizar a interação do usuário com o ambiente.

2. ENGAJAMENTO DE USUÁRIOS EM MUNDOS VIRTUAIS

Também conhecidos como ambientes virtuais imersivos, os mundos virtuais são ferramentas que possibilitam a reprodução dos aspectos de um mundo real ou de fantasia em um espaço virtual, proporcionando aos seus usuários um ambiente controlado com inúmeras possibilidades e experiências. Griol et al., (2014) corroboram afirmando que são espaços tridimensionais simulados por computador, que podem ser explorados em primeira ou em terceira pessoa, através de uma representação gráfica chamada avatar.

Além de oferecer uma combinação de ferramentas de simulação, as quais potencializam as interações dos usuários e conseqüentemente a forma como os mesmos aprendem, os mundos virtuais também proporcionam a sensação de imersão, bem como a oportunidade de comunicação e colaboração entre os seus usuários, tornando factível a aplicação dos mesmos em atividades relacionadas a educação.

A intensificação do uso dos mundos virtuais em diferentes contextos de aplicação, possibilitou a sua inserção no âmbito educacional, do qual emergem novas perspectivas de uso destes recursos computacionais como elemento de apoio e até mesmo de motivação no processo de aprendizagem de seus usuários. Neste sentido, conforme Valente e Mattar (2007), estes ambientes permitem a inclusão e a prática de atividades para o aprendizado experimental, além da simulação e modelagem de cenários complexos, com a oportunidade de colaboração e co-criação que não podem ser facilmente experimentadas em outras plataformas.

Por meio dos mundos virtuais, também é possível proporcionar aos usuários a prática experimental sobre um determinado domínio de conhecimento, o que pode ser realizado através do uso de laboratórios virtuais com simulações, objetos tridimensionais (3D), agentes inteligentes, entre outros fatores que motivam os usuários a interagirem com o ambiente e os engajam a concluírem os objetivos nele apresentados, o que por conseqüência, favorece a obtenção de uma aprendizagem ativa e fidedigna às interações do usuário com o mundo real. Esse último aspecto é de extrema relevância em ambientes voltados a educação, visto que estas interações devem proporcionar uma interação autêntica, de maneira fiel as representações que ocorrem no mundo real.

A extensão de laboratórios reais para ambientes virtuais, segundo Nunes et al. (2014), oferece novas oportunidades, sem custos e riscos aos usuários; como também oportuniza a operação de equipamentos virtuais em ambientes controlados; o acesso facilitado por tratar-se de um ambiente disponível à todo momento; o *feedback* imediato;

III

a *expertise* distribuída entre os usuários, onde é possível a troca de experiências uns com os outros; o ensino centrado no aluno; e também o incentivo à prática de autoria.

As características elencadas nesta seção, justificam o emprego e a intensificação das investigações relacionadas a inserção dos mundos virtuais no âmbito educacional, visto que tais ambientes corroboram enriquecendo e complementando a sala de aula (Herpich et al. 2014). No entanto, para tornar os ambientes imersivos em ferramentas educacionais efetivas, faz-se necessário um planejamento minucioso para que sejam ponderados os fatores indispensáveis em seu desenvolvimento, os quais Herpich et al. (2016) apresentam como sendo: objetivos pedagógicos e estratégias de ensino bem definidas, com base em teorias de aprendizagem; *design* instrucional, interface amigável e objetos capazes de incentivar a interação e colaboração entre os usuários.

2.1 Fatores de Engajamento e suas definições

A área de estudo denominada Interação Humano-Computador (IHC), é responsável por realizar investigações das dimensões pertinentes ao *design* de aplicações computacionais e a relação destas com seus usuários. Em síntese, a IHC combina de maneira interdisciplinar a ciência da computação com questões relacionadas a arte, *design*, psicologia, ergonomia, heurística, entre outras áreas, com o intuito de promover aplicações e interfaces próximas aos interesses e necessidades de seus usuários.

Esta área apresenta conceitos e princípios substanciais, do ponto de vista em oportunizar a aproximação dos ambientes voltadas a educação aos anseios de seus usuários. Em relação a esta perspectiva, um dos aspectos abordados ao longo desse artigo, consiste na investigação dos princípios de engajamento de usuários em ambientes virtuais de aprendizagem, com o propósito de esclarecê-los para que possam ser interpretados e explorados durante o desenvolvimento dos mundos virtuais educacionais, visto que a implementação destes princípios em mundos virtuais, é algo relativamente novo, fazendo-se necessário a investigação desta dimensão aplicada em ambientes virtuais de aprendizagem, os quais possuem pesquisas consolidadas na área.

O engajamento de usuários em sistemas computacionais pode ser definido como uma perspectiva da usabilidade, sendo então possível assumir que se trata de uma subárea que compreende os aspectos relacionados a fidelidade na fluência das interações e da motivação dos usuários com o sistema de maneira geral. O que corresponde para Laurel (1991, p. 112 e 113), ao estado de espírito que os usuários devem atingir, a fim de aproveitar a representação de uma ação. Esse engajamento fidedigno, ainda segundo Laurel (1991, p. 115), ocorre quando os usuários do sistema são capazes de se entregar a uma ação representacional, confortável e sem ambiguidades, ocasionando uma espécie de cumplicidade, onde os usuários concordam em pensar e sentir em termos de conteúdos e, em troca, recebem uma infinidade de novas possibilidades de ação e de emoção.

Neste aspecto, O'Brien e Toms (2008) corroboram afirmando que o engajamento dos usuários depende da profundidade de participação que os utilizadores são capazes de alcançar, em relação a cada atributo experimental disponível no sistema. E a qualidade destas experiências, ainda conforme os autores, depende dos recursos estéticos, inovadores e da usabilidade do sistema; da capacidade dos usuários em estarem presentes e envolverem-se nas experiências; bem como da avaliação das experiências adquiridas.

Os aspectos relacionados ao envolvimento de usuários com os *softwares*, são discutidos nas investigações realizadas por Laurel (1991, p. 115), onde é constatado que o engajamento só é possível quando o usuário pode confiar no sistema para manter o contexto da representação. Em investigações recentes, Attfield et al. (2011) apresentaram uma conceituação que define o engajamento como uma ligação Emocional, Cognitiva e

IV

Comportamental, que existe em qualquer momento e possivelmente ao longo do tempo, entre o utilizador e um recurso tecnológico do sistema. As características relacionadas a estas três dimensões, são abordadas pelos mesmos autores como aspectos que estabelecem objetivamente o envolvimento dos usuários, por meio dos seguintes fatores:

- **Atenção focalizada:** Os usuários devem estar concentrados e atentos as atividades, para que seja possível engajá-los com o ambiente, durante a resolução das mesmas.
- **Afeto positivo:** As emoções experimentadas pelos usuários são intrinsecamente motivadoras, dessa maneira a falta de aspectos motivadores pode fazer com que os usuários não fiquem engajados.
- **Estética:** É necessário que os usuários, ao interagirem com o ambiente, percebam algum elemento que atenda ao recurso sensorial e visual de uma interface estimulante, que permita focalizar a atenção dos mesmos.
- **Supportável:** Ao interagirem com um ambiente, os usuários lembram da experiência de maneira agradável e útil, com vontade de repetir o acesso e recomendar o ambiente a outros usuários.
- **Novidade:** Experiências novas e surpreendentes, as quais são desconhecidas ou inesperadas pelos usuários, encorajam o comportamento da curiosidade e promovem o engajamento repetitivo.
- **Riqueza e Controle:** Os níveis de riqueza e controle das atividades, possibilitam o envolvimento dos usuários, sendo que a primeira corresponde ao potencial de crescimento de uma determinada atividade, já o controle captura a extensão na qual uma pessoa é capaz de atingir esse potencial de crescimento.
- **Reputação, Confiança e Expectativa:** A confiança é uma condição necessária para que haja o envolvimento dos usuários, já a reputação vem com a confiança que os usuários depositam no ambiente. A consequência da confiança ou da reputação é a expectativa dos usuários sobre o sistema.
- **Contexto do Usuário:** Corresponde ao interesse do usuário em utilizar o ambiente e a sua motivação, aspectos estes que tem uma maior relevância do que a usabilidade tradicional. Outras questões abordadas neste fator, dão conta dos incentivos e benefícios proporcionados.

Ao desempenhar as características relacionadas nesta seção, torna-se factível o envolvimento dos usuários com um sistema computacional. No entanto, ao considerar estes fatores para a concepção de ambientes com enfoque educacional, torna-se necessário a contextualização dos mesmos com os princípios já ponderados, para que estes mundos virtuais estejam aptos, por exemplo a motivar os usuários a interagirem com um ambiente em que os mesmos irão obter a aprendizagem, assim como tornar as suas interações envolventes.

2.2 Engajamento de Usuários no Âmbito Educacional

Os fatores investigados ao longo das seções anteriores, evidenciam estratégias utilizadas para o engajamento de usuários em sistemas de computação voltados ao comércio eletrônico e páginas *web* de conteúdos diversos, os quais possuem como objetivo não só persuadir o usuário a comprar seus produtos, mas também despertar o interesse para que o mesmo retorne e efetue novas compras e/ou recomende a plataforma a outros usuários.

Algumas destas características, possuem definições um tanto quanto genéricas, o que favorece a adequação dos mesmos para a implementação em ambientes virtuais de aprendizagem. Nesse sentido, existem diversas investigações sendo conduzidas em relação a motivação dos usuários no âmbito educacional, bem como o seu engajamento

com as atividades propostas e com as ferramentas utilizadas, e.g. (Papastergiou, 2009)(Papastergiou, 2009)(Papastergiou, 2009)(Papastergiou, 2009)Dalgarno e Lee (2010), Filsecker e Thomas (2014), Tibola e Tarouco (2015) e Cruz-Benito et al. (2015).

No entanto, abordar os aspectos relacionados ao engajamento de usuários em ambientes complexos, que envolvem objetivos educacionais e estratégias pedagógicas, difere-se de abordá-los em sistemas computacionais. Alguns autores conceituados da área discorrem sobre este assunto: Jacques et al. (1995 p. 103) afirmam que as características de engajamento em *softwares* educacionais multimídias, consistem em uma resposta do usuário para uma interação que mantém ganhos e incentiva a sua atenção, especialmente quando o mesmo encontra-se intrinsecamente motivado. O'Brien e Toms (2008), elencam oito atributos que sintetizam os princípios pertinentes para aplicações educacionais e que almejam representar o engajamento dos estudantes, os quais são: recurso estético, desafio, suportável, *feedback*, interatividade, prazer, recurso sensorial, variedade e novidade.

Em suas investigações, O'Brien e Toms (2008) também apresentam uma estrutura conceitual que define o envolvimento dos usuários com a tecnologia (Quadro 1), onde sintetizam esse vínculo de acordo com os atributos dos tópicos de experiência, apresentando os pontos específicos de engajamento e reengajamento desses usuários, bem como aspectos que promovem o envolvimento e as características que fazem com que os usuários não tenham interesse em utilizar a ferramenta.

Quadro 1. Processo de discussão da composição de Engajamento

Tópicos de Experiência	Ponto de Engajamento (e reengajamento)	Engajamento	Desengajamento
Sensorial	<ul style="list-style-type: none">- Elementos estéticos são agradáveis ou recebem atenção;- Criatividade e Imaginação na apresentação de informações;	<ul style="list-style-type: none">- Gráficos que mantem a atenção e o interesse ou evocam o realismo;- Interfaces "ricas" que promovem a consciência dos outros ou visualizações customizadas da informação;	<ul style="list-style-type: none">- Incapacidade de interagir com características da tecnologia ou manipular recursos de interface (usabilidade);- Falta de desafios ou demasiadamente desafiador;
Emocional	<ul style="list-style-type: none">- Motivação para realizar uma tarefa ou para ter uma experiência;- Interesse;	<ul style="list-style-type: none">- Afeto Positivo: prazer, divertimento, excitação fisiológica;	<ul style="list-style-type: none">- Efeito Negativo: incerteza, a sobrecarga de informações, a frustração com a tecnologia, o tédio, a culpa;- Efeito Positivo: sentimentos de sucesso e de realização;
Espaço-temporal	<ul style="list-style-type: none">- Torna-se situado na "história" da aplicação;- Capacidade de tomar o seu tempo no uso do aplicativo;	<ul style="list-style-type: none">- Percepção de que o tempo passou muito rapidamente;- Falta de consciência de seu ambiente físico;- Forte consciência dos outros quando o engajamento girava em torno da interação social;- Feedback e controle;	<ul style="list-style-type: none">- Não ter tempo suficiente para interagir ou para dedicar-se à aplicação;- Interrupções e distrações no ambiente físico;

Fonte: O'Brien e Toms (2008).

Os tópicos de experiência apresentados no Quadro 1 por O'Brien e Toms (2008), estão divididos em três seções: a primeira aborda a seção "Sensorial", a qual consiste nos componentes visuais, auditivos e interativos de experiências dos usuários com o aplicativo, com o intuito despertar o interesse dos mesmos; já a segunda seção consiste no tópico "Emocional", a qual ilustra as experiências afetivas de interações dos usuários, bem como as motivações que influenciaram e mantiveram os mesmos utilizando a

VI

ferramenta; e a terceira versa sobre “Espaço-Temporal”, que abrange o espaço de tempo durante as interações, inclusive abordando a percepção dos usuários de tempo, de estados internos e ambientes externos.

Nesta seção foram estabelecidas as características necessárias para o engajamento em ambientes virtuais de aprendizagem. No entanto, as investigações conduzidas neste artigo, dão conta de explorar as particularidades de engajamento de usuários em mundos virtuais, os quais diferem-se por possibilitar a imersão dos seus utilizadores, através da representação de um avatar, interagindo com objetos 3D, personagens artificiais e conteúdos educacionais. Em vista disto, durante as próximas seções serão discutidos os procedimentos adotados e o estudo de caso estabelecido para esta investigação, a fim de constatar as propriedades intrínsecas a estes ambientes e a relação com os seus usuários.

3. METODOLOGIA

O presente estudo tem o intuito de especificar os aspectos relevantes para o engajamento de usuários em mundos virtuais. Diante desta perspectiva, as investigações realizadas ensejam desempenhar uma pesquisa exploratória com a implementação de um estudo de caso, visto que o objeto de estudo desta investigação aborda um assunto em específico. A fim de promover uma melhor exploração deste conceito, definiu-se uma linha de pesquisa e de análise, as quais foram segmentadas em quatro etapas, sendo apresentadas a seguir:

- Na primeira etapa, realizou-se uma revisão bibliográfica a respeito da temática central, esclarecendo as características investigadas pelos autores da área e os conceitos que os mesmos julgam ser necessários para as ferramentas educacionais.
- Já na segunda etapa, houve a escolha das ferramentas que seriam empregadas para o desenvolvimento do laboratório, as quais são: OpenSim e o *viewer* Singularity.
- Na terceira etapa ocorreu o desenvolvimento estrutural do laboratório virtual no OpenSim, com prédios e artefatos 3D necessários para a composição do cenário do laboratório.
- Por fim, na quarta etapa foram implementados os objetos educacionais que compõe o laboratório virtual de física, com experimentos práticos, simulação da bobina de Tesla e objetos 3D relacionados com a área de estudo, bem como a inserção de conteúdos e atividades pedagógicas, a fim de proporcionar a interação dos usuários com estes artefatos.

4. ESTUDO DE CASO

O aspecto que intensificou o desenvolvimento desta investigação, ocorreu por meio das perspectivas evidenciadas durante o processo de implementação do laboratório virtual de física, o qual compõe o objeto de estudo desta pesquisa e que enseja apresentar aos usuários os conceitos de física relacionados a área de eletromagnetismo, através de experimentos 3D e simulações.

Para representar estes conceitos físicos no mundo virtual, foi construída uma simulação através de um experimento com a Bobina de Tesla. A bobina possui esse nome devido ao seu criador, Nikola Tesla, um cientista e pesquisador dos fenômenos associados aos princípios do eletromagnetismo que, através de seu invento, idealizado por volta de 1892, possibilitou que diversas novas tecnologias fossem concebidas, as quais estão presentes até hoje no cotidiano das pessoas. De acordo com Chiquito e Lanciotti Jr. (2000), a bobina de Tesla funciona como um transformador de alta voltagem que apresenta efeitos de “relâmpagos artificiais”. Sendo que por meio destas demonstrações, torna-se possível exemplificar diversos conceitos físicos aos estudantes, e.g. quebra da

VII

rigidez dielétrica do ar, transmissão de energia pelo ar, ionização de gases e relâmpagos artificiais, bem como a geração, transmissão e recepção de ondas eletromagnéticas.

Em vista disto, o experimento desenvolvido nesta pesquisa, foi elaborado observando as características elencadas acima, para que fosse possível representá-lo o mais próximo e fidedigno a realidade, aspecto este que também contribui para uma melhor compreensão dos usuários sobre os eventos que ocorrem durante a sua execução, e.g. os raios produzidos e o campo magnético que é gerado. Em conformidade com a representação autêntica do experimento, também foram considerados para a construção do laboratório, os princípios que ensejam o engajamento dos usuários, os quais serão apresentados e esclarecidos ao longo da próxima seção.

Ao longo da próxima seção, será realizada um correlacionamento entre os princípios que ensejam o engajamento e como os mesmos podem ser implementados e explorados no mundo virtual, demonstrando como é factível a associação dos conceitos teóricos com os elementos existentes nestes ambientes.

5. CONSTRUÇÃO DO LABORATÓRIO VIRTUAL DE FÍSICA NO OPENSIM

O trabalho apresentado ao longo deste artigo, teve como objetivo discutir os princípios que ensejam o engajamento em ambientes voltados à educação, assim como demonstrar a implementação prática destes conceitos em mundos virtuais para o envolvimento dos usuários com os objetos 3D e demais artefatos pedagógicos. Em vista disso, através de um estudo de caso, projetou-se o desenvolvimento de um laboratório virtual na plataforma OpenSim, com o intuito de auxiliar os usuários no processo de ensino e aprendizagem de física, através de experimentos voltados a área de eletromagnetismo.

Para o desenvolvimento do laboratório de física no mundo virtual, implementou-se as funcionalidades nativas do OpenSim para a construção de objetos primitivos, como também foram utilizadas as ferramentas de autoria Blender e SketchUp para a construção e posterior importação de objetos tridimensionais no laboratório, assim como foram utilizados objetos disponíveis no repositório do 3D Warehouse, o qual disponibiliza modelos de forma gratuita. De forma complementar aos objetos construídos e importados, também foram elaborados *scripts* nas linguagens Linden Scripting Language (LSL) e OpenSimulator Scripting Language (OSSL), aos quais foram atribuídas funções com comportamentos objetivando a execução da simulação da bobina de Tesla.

Durante o desenvolvimento do laboratório, os conceitos de engajamento foram desempenhados para que fosse possível envolver e alcançar o comprometimento do usuário com o objetivo educacional proposto, sendo abordados através da concentração ou da motivação dos mesmos, com o intuito de aumentar a sua participação nas atividades. É possível verificar na Figura 1, que o laboratório foi construído seguindo as mesmas diretrizes que as do mundo real, inclusive sendo abordado os riscos que existem neste tipo de experimento físico, para que os usuários pudessem visualizar diante todas as perspectivas, as características que estão intrínsecas a simulação da bobina de Tesla. Esta perspectiva vai ao encontro do que O'Brien e Toms (2008) definem como composição do engajamento, atendendo ao tópico de experiência sensorial com gráficos que mantem a atenção e o interesse ou evocam o realismo através de interfaces que promovem a consciência ou a visualização customizada da informação.

Também foram implementados agentes artificiais, através do desenvolvimento de personagens não-jogáveis, conhecidos como Non-Player Characters (NPCs), a fim de auxiliar os usuários durante a navegação no laboratório. Este aspecto pode ser visualizado na Figura 1, logo na entrada do laboratório o avatar do usuário é abordado por um NPC que representa o segurança, o qual fornece informações sobre como o usuário deve navegar. Já na Figura 2, é apresentado o NPC que representa um professor de física que

VIII

poderá auxiliar o usuário na realização das atividades e nas dúvidas referentes a simulação do experimento, entre outras questões associadas aos conteúdos abordados no laboratório.

Tanto a implementação destas entidades artificiais, como também a construção dos elementos estéticos no laboratório virtual, convergem no sentido de estabelecer o engajamento por meio da motivação, pois conforme O'Brien e Toms (2008), a motivação em realizar uma determinada tarefa ou experiência, favorecem ao interesse do usuário, assim como vão ao encontro do afeto positivo, e.g. por meio do prazer ou o divertimento em interagir com os objetos 3D do laboratório e os demais recursos desenvolvidos.



Figura 1. Entrada do Laboratório Virtual Figura 2. Painel de Controle do Experimento

O uso de agentes artificiais torna-se relevante nestes ambientes educacionais, pois convergem para o mesmo sentido da construção do engajamento dos usuários, visto que podem promover a atenção focalizada destes usuários, instruindo-os sobre as atividades que devem ser realizadas e auxiliando-os na resolução de dúvidas sobre algum determinado tópico abordado ao longo de sua navegação, uma vez que a implementação destes agentes, possibilita a conexão com agentes conversacionais (*chatterbots*).

Nesse sentido, o usuário tem a sua disposição a alternativa de interagir com um avatar artificial que está representado da mesma forma que os demais usuários, através de um avatar, e que possui conhecimentos sobre física. Este aspecto contribui para o atendimento da característica de afeto positivo, pois são experiências motivadoras que estão disponíveis aos usuários. Além disso, através destes agentes, torna-se possível evitar que o usuário sinta-se frustrado por não conseguir concluir alguma determinada tarefa, por exemplo, devido a falta de conhecimento.

Outra característica que enseja o envolvimento dos usuários, concerne na implementação de um experimento com uma interface estimulante. No desenvolvimento do laboratório foram observados os princípios que promovem uma usabilidade adequada a um laboratório voltado à educação, assim como foram utilizados objetos 3D com uma estética aprimorada. Portanto, alguns dos objetos foram importados do repositório 3D Warehouse e outros foram desenvolvidos através das funcionalidades disponíveis no OpenSim. A elaboração do painel de controle pode ser utilizada como exemplo (Figura 3), pois permite uma experiência mais interativa ao usuário, tanto na execução do experimento, como também na configuração dos seus parâmetros de desempenho. Esse recurso torna factível também atender ao requisito de riqueza e controle, pois o usuário pode alterar os valores de execução e observar o resultado que isso implicará no momento da execução, contribuindo para a assimilação do conhecimento que lhe é apresentado.

Quando combinadas as características de mundos virtuais com a utilização de objetos esteticamente aprimorados, e.g. Figura 2 e 3, torna-se exequível inserir o usuário

dentro do contexto que o laboratório virtual apresenta, através da sua representação gráfica em um avatar e dos objetos que compõem o cenário deste ambiente. Estas características permitem contemplar os aspectos estabelecidos por O'Brien e Toms (2008) como espaço-temporal, tornando o usuário situado na história da aplicação, onde o mesmo irá despender de tempo sem a percepção de que esse intervalo foi extenso, isso ocorre em virtude do usuário estar interagindo com elementos que possibilitam um controle por parte do mesmo e fornecem um *feedback* sobre suas ações.

Por se tratar de um laboratório com uma simulação que demonstra diferentes assuntos, somente o experimento não seria suficientemente capaz de apresentar todos os conteúdos relacionados com a bobina de Tesla. Portanto, foram implementadas alternativas que possibilitam ao usuário visualizar uma apresentação (Figura 4), acessar páginas (Figura 5) e vídeos (Figura 6) sobre os conteúdos, os quais tinham o objetivo de demonstrar alguma conhecimento sobre física eletromagnética, além de enriquecer os conteúdos pedagógicos e promover a aprendizagem dos mesmos. Cabe ressaltar que as atividades desempenhadas pelos usuários são registradas, para que o professor consiga monitorar a navegação dos mesmos, assim como avaliá-los e identificar os pontos onde ocorrem o desengajamento.



Figura 3. Execução do Experimento de Tesla



Figura 4. Apresentação de Slides

Também foram observados os princípios que compreendem a experiência útil e agradável do usuário. Nesse aspecto, é possível verificar que a implementação dos agentes artificiais proporciona uma interação agradável e benéfica ao usuário, assim como a disponibilização de materiais educacionais complementares. No entanto, também houve a preocupação de que estes agentes não causassem o efeito contrário, importunando a navegação do usuário com muitas interferências, assim como somente foram utilizados materiais acessíveis e de fácil entendimento para complementar os recursos disponíveis.

Outro princípio observado e que motiva o engajamento dos usuários, concerne entorno de uma experiência nova aos usuários. Esse princípio já é atendido pelo fato dos mesmos estarem interagindo com um mundo virtual, algo relativamente novo no contexto destes usuários, mas também pode ser satisfeito através de uma característica do mundo virtual, o qual possibilita aos seus usuários trabalharem de maneira colaborativa, permitindo a troca de conhecimentos para a realização de uma determinada atividade. O fator relacionado a curiosidade também pode contribuir para o envolvimento dos usuários, por exemplo alterando as variáveis no painel de controle, faz com que sejam despertados estes comportamentos, e.g. a curiosidade em saber qual será a reação que irá

ocorrer através destas modificações, sendo que isso não só promove, como também acomete o reengajamento.



Figura 5. Acesso a páginas web



Figura 6. Acesso a vídeos

Implementar os princípios de engajamento de usuários em mundos virtuais voltados a educação, consiste em algo complexo, pois não basta somente criar formas de interação com os artefatos pedagógicos. Faz-se necessário implementar interações que o envolvam, portanto é preciso que sejam primeiramente planejadas, para que realmente tenham um efeito em que o usuário possa verificar os ganhos e benefícios dessa relação, para que então consequentemente se deixe envolver. Portanto, buscou-se demonstrar as interações das quais o usuário consegue verificar os efeitos causados por suas ações, onde por exemplo, ao acionar um gerador ou aumentar a intensidade no painel de controle (Figura 3), o mesmo poderá visualizar que os raios da bobina já não são os mesmos e que suas alterações ocasionaram essas diferentes execuções do experimento.

6. CONCLUSÃO

Este artigo buscou apresentar os conceitos teóricos existentes na literatura que promovem o engajamento de usuários em mundos virtuais voltados a educação. Ademais, foi desenvolvido um estudo de caso, a fim de demonstrar na prática a implementação destes princípios em um laboratório virtual de física, o qual foi construído na plataforma OpenSim e teve como objeto de estudo um experimento com a bobina de Nikola Tesla.

Outras perspectivas resultantes deste trabalho consistem na viabilidade da implementação e uso de laboratório virtuais, pois evidenciam a facilidade que os usuários possuem em acessar os conteúdos educacionais, o que é potencializado quando utilizadas simulações interativas, que permitem os usuário interagirem, e.g. iniciar, parar, reiniciar e alterar as suas variáveis de execução. Estes aspectos ensejam a aprendizagem ativa dos usuários, onde os mesmos vão ao encontro da aquisição dos conhecimentos, observando e refletindo sobre aquilo que está disponível, como também através da exploração do laboratório virtual e seus objetos 3D. Outras vantagens observadas neste estudo, consistem no baixo custo para o seu desenvolvimeto, a extinção dos riscos intrínsecos a execução do experimento, a motivação em trabalhar de maneira virtual e o *feedback* imediato de suas ações, aliados à possibilidade dos usuários aprenderem de maneira colaborativa, quando incentivada a troca de experiências.

Como perspectivas futuras deste trabalho, os autores pretendem aprofundar as investigações na análise e avaliação do engajamento de usuários em mundos virtuais, utilizando métodos para a mensuração e discutindo as evidências encontradas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTFIELD, S., KAZAI, G., LALMAS, M., & PIWOWARSKI, B. (2011). Towards a science of user engagement (Position Paper). **Workshop on User Modelling for Web Applications (WSDM'11)**, Hong Kong, China, pag. 1–8.
- BURTON, B. G., MARTIN, B., & ROBINS, J. (2013). An Examination of Student Engagement, Knowledge Creation and Expansive Learning in a Virtual World. In: CHILDS, M. E PEACHEY, A. (Eds.), **Understanding Learning in Virtual Worlds**. London: Springer-Verlag London.
- CHIQUITO, A. J., & LANCIOTTI JR., F. (2000). Bobina de Tesla: dos Circuitos Ressonantes LC aos Princípios das Telecomunicações. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 22(1), pag. 69–77.
- CRUZ-BENITO, J., THERÓN, R., GARCÍA-PEÑALVO, F. J., & PIZARRO, E. (2015). Discovering usage behaviors and engagement in an Educational Virtual World. **Computers in Human Behavior**, 47, pag. 18–25.
- DALGARNO, B., & LEE, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? **British Journal of Educational Technology**, 41(1), pag. 10–32.
- FILSECKER, M., & THOMAS, D. (2014). A multilevel analysis of the effects of external rewards on elementary students' motivation, engagement and learning in an educational game. **Computers & Education**, 75, pag. 136–148.
- GRIOL, D., MOLINA, J., & CALLEJAS, Z. (2014). An approach to develop intelligent learning environments by means of immersive virtual worlds. **Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments**, 6(2), pag. 237–255.
- HERPICH, F., JARDIM, R. R., NUNES, F. B., VOSS, G. B., FONTOURA, L. M., & MEDINA, R. D. Laboratório Virtual: uma Ferramenta Imersiva para Auxílio no Ensino de Engenharia de Software. (2014) **XVI Symposium on Virtual and Augmented Reality**, pag. 118–126.
- HERPICH, F., NUNES, F. B., VOSS, G. B., & MEDINA, R. D. (2016). Three-Dimensional Virtual Environment and NPC: A Perspective About Intelligent Agents Ubiquitous. In F. M. NETO, R. DE SOUZA, & A. S. GOMES (Eds.), **Handbook of Research on 3-D Virtual Environments and Hypermedia for Ubiquitous Learning** (p. 510-536). Hershey, PA, USA: IGI Global.
- JACQUES, R., PREECE, J., & CAREY, T. (1995). Engagement as a Design Concept for Multimedia. **Canadian Journal of Educational Communication (CJEC)**, 24, 49–59.
- LAUREL, B. (1991). **Computers as Theatre** (1st ed.). Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Company, Inc.
- NUNES, F. B., HERPICH, F., VOSS, G. B., MEDINA, R. D., LIMA, J. V. DE, & TAROUÇO, L. M. R. (2014). Laboratório Virtual de Química: uma ferramenta de estímulo à prática de exercícios baseada no Mundo Virtual OpenSim. **XXV Simpósio Brasileiro de Informática Na Educação**, pag. 712–721.
- O'BRIEN, B. H. L., & TOMS, E. G. (2008). What is User Engagement? A Conceptual Framework for Defining User Engagement with Technology. **Journal of the American Society for Information Science & Technology**, 59(6), pag. 938–955.
- TIBOLA, L. R., & TAROUÇO, L. M. R. (2015). Rastreamento de Interações em Laboratórios Educacionais nos Mundos Virtuais 3D para identificação de Engajamento. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, 13(2), 10 pag.
- VALENTE, C., & MATTAR, J. (2007). **Second Life e web 2.0 na educação: o potencial revolucionário das novas tecnologias**. São Paulo, Brasil: Novatec Publisher.

