

Critérios de Usabilidade e Acessibilidade para Avaliação de Aplicações Educacionais 3D na Web

André B. de Sales¹, Thiago R. Mata¹, Marcelino M. Andrade¹, Márcia B. de Sales²

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica – Faculdade do Gama
Universidade de Brasília- UnB – Gama, DF – Brazil

²Departamento de Ciências da Administração
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis, SC – Brazil
andrebd@unb.br, thiago.henrique.mata@gmail.com, andrade@unb.br,
marcia.barros@ufsc.br

Abstract. *The present study describes part of a search result, after extensive research in published articles, magazine annals, scientific journal and recommendations of the W3C consortium. This research was exploratory with qualitative approach. The starting point was looking for recommendations on accessibility and usability for the Web that were particularly suitable for 3D Web applications. The demand stems from the medical field that uses such applications in different contexts: scientific, educational and can assist in the diagnosis and treatment indication. The objective of this study was to seek, develop and design a set of criteria specific to evaluate the accessibility and usability of these applications. The result was the proposal of a set of seven (7) criteria for the evaluation of 3D Web applications.*

Resumo. *O presente estudo descreve parte do resultado de uma pesquisa, após uma vasta investigação em artigos publicados, revista, anais, journal científico e as recomendações do consórcio W3C. Essa pesquisa foi de caráter exploratório com abordagem qualitativa. Partiu-se em busca de recomendações sobre acessibilidade e usabilidade para a Web que fossem particularmente indicadas para aplicações Web 3D. A demanda origina-se da área médica que utiliza tais aplicações em diferentes contextos: científicos, educacionais e no diagnóstico e na indicação de tratamento. Assim, o objetivo desse estudo foi de buscar, elaborar e delinear um conjunto de critérios, específicos, para avaliação da acessibilidade e usabilidade dessas aplicações. O resultado foi a proposta de um conjunto de sete (7) critérios para avaliação de aplicações Web 3D.*

1. Introdução

Com a evolução do poder computacional e o desenvolvimento de novas tecnologias Web que permitem melhor acesso à unidade de processamento gráfico tornou-se possível a criação de diversas aplicações 3D na Web. Cada uma dessas aplicações educacionais apresentam diferentes características, variando a opção mais qualificada, conforme a especificidade da necessidade.

É preciso saber como selecionar entre as aplicações 3D na Web a mais adequada para ser utilizada nas aplicações em desenvolvimento principalmente as com foco educacional. Nesse propósito, é preciso se conhecer as limitações de cada uma das opções, as opções similares, de modo a auxiliar na escolha da aplicação mais adequada a cada demanda específica. Uma escolha adequada poupa tempo e trabalho, utilizado nos ajustes e na adequação da aplicação escolhida a cada necessidade.

Para tal, foram sugeridos critérios associados a aspectos gerais de aplicações educacionais 3D para Web, tanto sendo utilizada de forma isolada quanto integrada com outras aplicações. Deste modo, os critérios buscam prover meios de avaliar se a

aplicação educacional está seguindo as recomendações de usabilidade e acessibilidade e fazendo uso dos recursos e vantagens disponíveis no contexto da *Web*.

Diante do exposto, o estudo está dividido em cinco seções, começando por esta Introdução; na segunda seção, a metodologia e seus procedimentos; na terceira seção, apresenta-se trabalhos correlatos. A quarta seção é dedicada às características de avaliação de aplicações educacionais 3D na *Web*. Na quinta seção são tecidas algumas considerações finais com os resultados mais relevantes deste estudo e, por último, o rol das referências bibliográficas.

2. Metodologia

Este estudo é caracterizado como uma pesquisa exploratória, com abordagem qualitativa. Segundo Gil (2002), pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato, procurando um maior entendimento sobre o tema em estudo. Assim, a metodologia adotada utilizou de análise de levantamento bibliográfico como artigos já publicados, anais de congresso, revistas especializadas e as publicações do consórcio da W3C que tratam da acessibilidade da *Web* e normas técnicas da ISO relacionadas ao tema.

Visando auxiliar na escolha das aplicações educacionais 3D na *Web*, essa pesquisa tem como objetivo a definição de uma lista de critérios de avaliação dessas e o método de pontuação nesses critérios. Para a definição dessa lista de critérios, se seguiu os seguintes passos: 1. Pesquisa bibliográfica de critérios que atendam essas características; 2. Definição das características dos critérios; 3. Definição dos critérios de avaliação de aplicações educacionais 3D na *Web*; e 4. Normalização da pontuação destes critérios.

A seguir na definição das características dos critérios são apresentados quais são as características necessárias para a definição do método de pontuação dos critérios. Nos trabalhos correlatos é feito um resumo das referências bibliográficas consideradas mais relevantes no contexto dessa pesquisa.

3. Trabalhos Correlatos

Antes da criação de novos critérios, inicialmente foi feito um estudo das opções similares para a avaliação, com foco, mas não exclusivamente, para as aplicações educacionais. Dentre estas, vale destacar o *framework* de avaliação de novas tecnologias de aprendizagem em medicina de Youngblood [Youngblood and Dev 2005, Youngblood et al. 2008], a versão adaptada deste *framework* proposta por Dev [Dev et al. 2011] e o Instrumento de Análise de Objetos de Aprendizagem – LORI de Leacock e Nesbit (2007).

Youngblood e Dev (2005) definiram um *framework* de avaliação de novas tecnologias de aprendizagem em medicina. Esse *framework* tem o foco na experiência do usuário, com atividades de beta-teste, revisão do conteúdo por especialistas, testes de usabilidade, testes de validação, avaliação dos resultados da aprendizagem, integração curricular e transferência do aprendizado para a prática clínica. Esses critérios são para a avaliação de uma nova tecnologia em uso e assim não são passíveis de uma avaliação prévia à implantação conforme o desejado nesta pesquisa.

Dev et al. (2011) criaram uma aplicação educacional *Web*, 3D e *on-line*, para a educação médica. Eles criaram também critérios para a avaliação desta a partir do *framework* de avaliação de novas tecnologias de aprendizagem em medicina de Youngblood e Dev (2005). Na adaptação de Dev et al. (2011), o elemento beta-testes foi substituído pelo critério de qualidade: robustez do sistema.

A robustez de um sistema é um critério que pode ser mensurável a partir de requisitos objetivos de sistema. A limitação deste critério é que ele vem associado à

capacidade de gerar ou simular situações de exceção ou ataque ao sistema. Esses testes são normalmente feitos em ambientes separados ao de produção a fim de evitar que o usuário venha a sofrer os impactos dos testes em seu uso da ferramenta. Assim, tendo em vista que os testes realizados nesta pesquisa visam serem realizados em ambientes de produção, a realização dos testes de robustez torna-se impossível devido ao acordo de utilização das aplicações.

De modo semelhante ao *framework* de Dev et. al (2011), o Instrumento de Análise de Objetos de Aprendizagem - *Learning Object Review Instrument* – LORI [Leacock and Nesbit 2007] apresenta alguns critérios que são relativos ao contexto em que o software é utilizado, tais como o alinhamento com os objetivos e o nível apropriado de detalhes na qualidade do conteúdo. Apesar disto, alguns elementos do LORI podem ser completamente ou parcialmente avaliados de modo independente da aplicação. Dentre estes vale destacar:

1. A veracidade e detalhamento das informações, do critério da qualidade do conteúdo;
2. A capacidade de receber *feedback* e utilizar esta informação a fim de individualizar a experiência, descrita no critério de resposta e adaptação;
3. A capacidade de prender e manter a atenção dos alunos, provendo informação relevante que vá além do nível superficial, descrita no critério motivação.
4. A capacidade de integrar textos, vídeos, recursos gráficos e mídias de áudio de modo adequado ao conteúdo e coerente, descrita no critério apresentação;
5. A capacidade de prover uma interface de navegação ágil, previsível, intuitiva com elementos interativos, descrita no critério usabilidade;
6. A adequação às normas e padrões do W3C é descrita tanto no critério de acessibilidade quanto no critério de compatibilidade com as normas; e
7. A capacidade de integração facilitada, descrita no critério de reusabilidade.

Tais elementos, foram utilizados nesta pesquisa, como suporte para a escolha dos critérios definidos e no método da pontuação de cada um desses critérios. A seguir apresenta-se as características criadas durante essa pesquisa para subsidiar a elaboração desses critérios.

4. Características dos Critérios de Avaliação de Aplicações Educacionais 3D na Web

Pensando-se que os critérios de avaliação de Aplicações Educacionais 3D na Web propostos buscam auxiliar na escolha da aplicação a ser utilizada, e que, para tal, as pontuações obtidas possam ser comparadas de maneira imparcial, estes devem então atender as seguintes características:

- **Objetividade:** Os requisitos de pontuação dos critérios devem ser associados a características, normas, padrões ou comportamentos que possam ser objetivamente testáveis, gerando resultados como “atende” ou “não atende” de modo igual por diferentes avaliadores;
- **Prévio à implantação:** Tendo em vista que os critérios buscam auxiliar na escolha da aplicação 3D para a implantação, os requisitos de pontuação dos critérios não devem fazer uso de informações que só podem ser obtidas após a implantação da solução;
- **Escala Padrão e Finita:** Para viabilizar um comparativo claro, a pontuação em cada um dos critérios deve resultar em valores dentro dos máximos e mínimos estabelecidos. Nesta pesquisa a escala escolhida foi de 0 a 5, em que os maiores valores indicam maior qualidade no critério.

Cada uma das opções similares foi estudada, a fim de verificar se elas atendem

aos objetivos da pesquisa, apresentando as características desejadas. Os critérios que apresentaram tais características foram agregados ao conjunto de critérios propostos. Os critérios que não apresentaram tais características foram estudados, buscando-se aproveitar elementos neles encontrados para que fossem agregados ao conjunto de critérios propostos.

A seguir, são apresentados alguns trabalhos científicos que apresentam formas de avaliação de elementos de contexto relacionado a aplicações educacionais na Web que serviram como norteadores para a criação dos critérios defendidos nesta pesquisa.

5. Critérios para Avaliação de Aplicações Educacionais 3D na Web

Após o estudo bibliográfico, foram definidos sete critérios de avaliação de aplicações Web 3D: acessibilidade, interatividade, interoperabilidade, independência tecnológica, licença e termos de uso, navegabilidade e tridimensionalidade.

Todos critérios foram criados a partir das propostas de avaliação de Youngblood e Dev (2005), de Dev et al. (2011) e de Leacock e Nesbit (2007), das recomendações existentes para conteúdos Web, dos recursos e vantagens disponíveis no contexto da Web e das características que agregam na aprendizagem das ferramentas anatômicas.

A estrutura de apresentação dos critérios definidos para avaliação das aplicações educacionais 3D na Web é composta pelas seguintes informações:

- Fonte de Pesquisa: em que são apresentadas as definições e fontes bibliográficas mais relevantes para o critério;
- Relevância: em que são descritas as relações do critério com a capacidade de agregar na aprendizagem das ferramentas anatômicas e de ser um conteúdo mais adequado ao contexto Web; e
- Cálculo: em que é apresentado a metodologia de pontuação das aplicações educacionais 3D na Web no critério proposto.

Os sete (7) critérios proposto para avaliação de Aplicações Educacionais 3D na Web são ilustrados a seguir parcialmente.

5.1. Critério 1 – Independência Tecnológica

- Fonte de Pesquisa: A Web é idealizada por Berners-Lee (1989) como uma rede de troca livre de informações. As aplicações Web que se utilizam bem dos recursos que ela oferece podem funcionar de modo multiplataforma, interoperável, acessível e seguro.
- Relevância: Algumas das opções de objeto virtual fazem uso de tecnologias 3D livres e abertas, outras são construídas de modo dependente de plug-ins ou sem especificação aberta disponível, tais como *Adobe Flash*, *Unity* e *Silverlight*. Outras aplicações Web exigem ainda a instalação de programa próprio para poderem ser executadas. Perdem, assim, vários aspectos da independência tecnológica característicos das aplicações Web.

As regras de pontuação no critério da independência tecnológica foram então definidas no quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Regras para pontuação no critério da independência tecnológica

Regra	Pontos
Apresenta versão compilada para os principais sistemas operacionais.	1
Apresenta versão em linguagem multiplataforma de máquina virtual.	2
Ferramenta Web que faz uso de recursos Web obsoletos e descontinuados.	3
Ferramenta Web que faz uso de recursos atuais, mas que fogem dos padrões da W3C, como por exemplo o Adobe Flash e Unity3D.	4
Ferramental Web que faz uso apenas dos recursos padrões da W3C.	5

5.2. Critério 2 – Interoperabilidade

- Fonte de Pesquisa: A interoperabilidade é a habilidade de dois ou mais sistemas ou componentes trocarem informações e conseguirem utilizá-las [Geraci et al. 1991]. Segundo Burdun e Bodenreider (2008), um número crescente de ferramentas na informática biomédica tem sido desenvolvido com *Web Services*. Estes oferecem para a comunidade biomédica, como principais benefícios, a interoperabilidade e usabilidade.
- Relevância: A interoperabilidade é, então, essencial para a integração do objeto 3D com outras aplicações, podendo, assim, prover a esse novas funcionalidades. Deste modo, a interoperabilidade será um dos critérios avaliados. No contexto do objeto 3D desta pesquisa, interoperabilidade será pontuada conforme a presença de meios, seja por URL, Interface de Programação de Aplicativos – *Application Programming Interface* (API) ou por *Web Services*, para a consulta sobre a situação atual do objeto 3D, quais os elementos ou vínculos relacionados ao elemento atual e para viabilizar a manipulação do objeto 3D virtual.

As regras de pontuação no critério da interoperabilidade foram então definidas no quadro 2:

Quadro 2: Regras para pontuação no critério da interoperabilidade

Regra	Pontos
Ferramenta que não provê qualquer meio para que aplicações externas venham a interagir com os elementos, mas não impede que a adaptação ou integração com a ferramenta seja feita.	1
Ferramenta que provê meios de aplicações externas manipularem a câmera, mas não informa qual elemento está selecionado.	2
Ferramenta que provê meios de aplicações externas consultarem qual elemento está selecionado mas não provê meios de se modificar a seleção.	3
Ferramenta com meios de aplicações externas manipularem o elemento selecionado, mas não provê uma API ou Web Service que informe quais são os elementos 4 próximos, quais elementos estão contidos ou qual é o seu elemento pai.	4
Ferramenta que provê uma API ou Web Service que permita à aplicação externa consultar qual é o elemento atualmente selecionado, quais elementos estão próximos, quais estão contidos e qual é o elemento pai, além de prover meio de se modificar o elemento atualmente selecionado para algum outro.	5

Conforme pode ser visto no quadro 2, recebem menor pontuação as ferramentas que não disponibilizam ou proíbem o desenvolvimento de meios para que as aplicações externas possam interagir com os elementos 3D. Enquanto recebem maiores pontuações, as ferramentas que disponibilizem API para que aplicações externas possam realizar operações de manipulação e consulta.

5.3. Critério 3 – Acessibilidade

- Fonte de Pesquisa: Acessibilidade é a dimensão para um produto, sistema ou ambiente na medida em que este pode ser usado por pessoas com a mais ampla variedade de características e capacidades [ISO, *International Organization for Standardization* 2008b] para atingir um objetivo específico num determinado contexto de uso [ISO, *International Organization for Standardization* 2011]. Apesar de o termo normalmente abordar os usuários que possuem deficiência, o conceito não se limita a questões de deficiência. A variedade de capacidades inclui, por exemplo, dificuldades associadas com o avanço da idade [ISO, *International Organization for Standardization* 2008a]
- Relevância: A WCAG 2.0 [Consortium et al. 2008] descreve como os princípios da acessibilidade tornam um conteúdo perceptível, operável, compreensível e robusto. Tendo em vista que os requisitos do WCAG 2.0 são descritos como sendo testáveis para determinar de forma objetiva se o conteúdo os cumpre, então eles atendem às exigências para requisitos de critérios descritas na metodologia podendo ser adotados neste

trabalho.

Para viabilizar a detecção de menores variações entre as aplicações, foi criado um padrão de pontuação baseado nos critérios da W3C que é melhor detalhado por Mata, Sales e Andrade [Mata et al. 2013a].

5.4. Critério 4 – Licenças e Termos de Uso

- Fonte de Pesquisa: Licenças são instrumentos legais para gerir o uso e distribuição de um material. Sarmiento et al. (2005) encorajam as universidades e autores a adotarem o Acesso Livre (AL) – *Open Access* (OA).
- Relevância: Tais autores ressaltam também que, na Declaração de Bethesda [BETHESDA, 2003], direcionada à área biomédica, existe a preocupação com o acesso perpétuo ao material em Acesso Livre, ou seja, prevê que esse material seja preservado de forma a estar disponível por longo período de tempo, permitindo o contínuo acesso à informação.

As regras de pontuação no critério da Licença e Termos foram então definidas no quadro 3:

Quadro 3: Regras para pontuação no critério da licença e termos

Regra	Pontos
Permite a utilização das imagens em pesquisas e publicações acadêmicas, mas cujo Termos de Uso impedem a consulta do código-fonte da aplicação para a criação de funcionalidades personalizadas.	1
Aplicações de código-fechado, que permitem o uso integrado apenas em aplicações previamente autorizadas, com restrições nos Termos de Uso além da garantia da autoria.	2
Aplicações de código-fechado, que permitem o uso integrado apenas em aplicações código-aberto, sem restrições nos Termos de Uso além da garantia da autoria.	3
Aplicações de código-aberto, que permitem na Licença o uso integrado apenas em aplicações código-aberto.	4
Aplicações de código-aberto, que permitem o uso integrado em aplicações código-aberto ou fechadas, para aplicações gratuitas ou pagas e sem restrições nos Termos de Uso além da garantia da autoria.	5

Conforme pode ser visto no quadro 3, recebem menor pontuação as ferramentas cujo os termos de uso proíbem a publicação de materiais obtidos pela ferramenta e a criação de novas funcionalidades por terceiros. Por outro lado, recebem maiores pontuações, as ferramentas com termos de uso que autorizam essas utilizações e integrações. Aplicações de código-aberto, sem restrições nos termos de uso além da autoria, viabilizam que a própria comunidade crie diferentes adaptações do objeto 3D, provendo, assim, maior ganho para a comunidade científica.

5.5. Critério 5 – Navegabilidade

- Fonte de Pesquisa: Após selecionar um nó, o usuário pode querer navegar deste para outros elementos relacionados ao atual, por algum tipo de vínculo. É adequado, por exemplo, que elementos anatômicos sejam organizados em uma estrutura onde os elementos mais abrangentes contenham os elementos menos abrangentes. O elemento da cabeça contém os elementos do olho direito e do olho esquerdo, por exemplo. Essa relação entre os elementos por vínculos pode ser representada por um grafo no qual os elementos são nós ou vértices, e os vínculos as retas ou arestas [Mata & Sales 2013].
- Relevância: Deste modo, o usuário pode conseguir consultar no elemento 3D as informações no detalhamento desejado. Além disso, pode navegar entre elementos de seu interesse, a partir de vínculos preestabelecidos. Assim, nesta pesquisa, o item navegabilidade deve avaliar as funcionalidades disponíveis para se selecionar um elemento, para ir de um elemento selecionado a outro relacionado por diferentes tipos

de vínculos. Obtém-se assim, uma interface de navegação ágil, previsível e intuitiva, com elementos interativos, conforme o recomendado por Leacock e Nesbit (2007).

As regras de pontuação no critério da interoperabilidade foram então definidas conforme o quadro 4:

Quadro 4: Regras para pontuação no critério da interoperabilidade

Regra	Pontos
Permite ao usuário escolher o nó buscado.	1
Permite navegar de um nó para os outros numa lista fechada em que a lista esteja integrada ao objeto 3D ou próxima deste.	2
Permite navegar entre os elementos visualmente próximos e de um nó para os seus elementos filhos ou pais.	3
Permite, além da navegação entre pais, filhos e por proximidade, a navegação por sistemas padrões predeterminados, tais como sistemas e conjuntos.	4
Permite navegação por outros vínculos, além da navegação entre elementos pais e filhos e entre elementos do mesmo sistema.	5

Conforme pode ser visto no quadro 4, recebem menor pontuação as ferramentas em que o usuário tem poucas funcionalidades relacionadas à seleção de elemento por busca ou por vínculos. Recebem maiores pontuações, as ferramentas em que o usuário tem a sua disposição uma maior variedade de meios de ir de um nó para outro.

5.6. Critério 6 – Interatividade

- Fonte de Pesquisa: A possibilidade de interatividade é uma das vantagens do objeto 3D virtual [Gobbetti and Scateni 1998], sendo necessária para simulações de instruções (MARTINS et al., 2012). Ela possibilita à ferramenta personalizar a experiência com o usuário. Elementos interativos são colocados como critério de pontuação para usabilidade recomendada por Leacock e Nesbit (2007).
- Relevância: Assim, nesta pesquisa, o item da interatividade deve avaliar a capacidade da ferramenta de personalizar a experiência com o usuário, de simular cenários e de apresentar diferentes respostas conforme o usuário interage com o objeto 3D virtual nestes cenários.

As regras de pontuação no critério da interatividade foram então definidas no quadro 5:

Quadro 5: Regras para pontuação no critério da interatividade

Regra	Pontos
Aplicações que permitam selecionar elementos.	1
Aplicações que permitam a observação do elemento selecionado, isoladamente ou em conjunto com os demais.	2
Aplicações que permitam animações do elemento.	3
Aplicações que permitam a simulação de cenários.	4
Aplicações com objetos 3D que permitam a simulação de cenários interativos que se alterem conforme procedimentos tomados pelo usuário, como, por exemplo, o usuário poder aplicar um remédio que venha a reduzir o batimento cardíaco do paciente simulado.	5

Conforme pode ser visto no quadro 5, recebem menor pontuação as aplicações com interatividade nula ou limitada, na qual todos os usuários têm experiências muito similares. Ao passo que recebem maiores pontuações, as aplicações mais interativas, que respondem às interações do usuário, personalizando a experiência de uso.

5.7. Critério 7 – Tridimensionalidade

- Fonte de Pesquisa: Tridimensionalidade engloba a interação 3D, as técnicas para

manipulação de objetos e manipulação de pontos de vista e controle de aplicação em que algumas das vantagens buscadas são: acelerar a interação, diminuir a carga cognitiva e tornar a interação mais adaptativa para adicionar ou gerenciar possibilidades de interação [Dennemont et al. 2013].

- **Relevância:** Nielsen [Nielsen 1998] recomenda a utilização de interfaces 3D para situações em que é importante a observação do objeto físico que precisa ser compreendido em sua forma sólida. Assim, para viabilizar essa compreensão da forma, é importante que se faça uso das vantagens de uma interface 3D, como movimento de câmera, de elemento, realização de cortes e navegação dentro de elementos. Segundo Hand [Hand 1997], atividades comumente realizadas num ambiente virtual 3D incluem a manipulação direta de objetos gráficos no ambiente, a seleção, dimensionamento, rotação, tradução, criação, exclusão e edição.

As regras de pontuação neste critério foram então definidas no quadro 6:

Quadro 6: Regras para pontuação no critério da tridimensionalidade

Regra	Pontos
Aplicações com movimentos de câmera de rotação ao redor do objeto 3D.	1
Aplicações que permitam movimento de câmera de aproximação ou distanciamento do nó selecionado ou do objeto 3D.	2
Aplicações com movimentos de rotação no eixo X-Y e no eixo X-Z em relação ao objeto 3D ou ao nó selecionado e movimentos nos planos X, Y e Z.	3
Aplicações 3D que permitam ao usuário realizar cortes nos elementos nos ângulos que desejar, ter uma visão interna destes e navegar sobre o corte.	4
Aplicações que permitam ao usuário observar, cortar e navegar livremente tanto nos elementos isolados quanto no objeto 3D sem alguns elementos selecionados	5

Conforme pode ser visto no quadro 6, a pontuação é dada conforme mais funcionalidades são disponíveis ao usuário com o objetivo de fazer melhor uso do espaço tridimensional, permitindo assim, a mudança da posição do observador, observação do objeto 3D com apenas alguns elementos ou sem alguns elementos e a observação de cortes. Essas funcionalidades auxiliam na compreensão da forma e organização desses elementos no espaço tridimensional.

Ressalta-se que estes sete (7) critérios apresentados, cinco foram definidos na dissertação de mestrado Mata & Sales (2013) são eles: independência tecnológica, licença e termos de uso navegabilidade e tridimensionalidade. Destaca-se que suas avaliações e validações foram publicados nos seguintes trabalhos científicos Mata et al. 2013a, Mata et al. 2013B e Mata 2013.

6. Considerações Finais

Visando facilitar o processo de escolha de aplicação educacionais 3D na *Web*, percebeu-se a necessidade da definição de critérios de avaliação de aplicações 3D na *Web*. No propósito de definir uma lista de critérios para avaliação de aplicações *Web* 3D, foram inicialmente definidas as características que esses critérios deveriam apresentar. As características escolhidas foram: a objetividade, ser prévio a implantação e ter uma pontuação dentro de uma escala padrão e finita.

Foi então feito um estudo dos trabalhos correlatos para a avaliação. Dentre estas, vale destacar o *framework* de avaliação de novas tecnologias de aprendizagem em medicina de Youngblood e Dev, a versão adaptada deste *framework* proposta por Dev et al. e o Instrumento de Análise de Objetos de Aprendizagem – LORI.

Após isso, foram definidos os critérios para avaliação de aplicações educacionais 3D na *Web*: acessibilidade, interatividade, interoperabilidade, independência tecnológica, licença e termos de uso, navegabilidade e tridimensionalidade. Para cada

um desses critérios foi descrita a fonte de pesquisa, com um resumo bibliográfico das fontes mais relevantes para o critério, a relevância, onde são descritas as relações do critério com a capacidade de agregar na aprendizagem e utilização da aplicação, e o cálculo em que é descrita a metodologia de cálculo da pontuação.

Nesse processo, foram definidos alguns critérios, como a interatividade e a interoperabilidade, e normalizado alguns outros que apresentavam um formato diferente de pontuação, como a acessibilidade.

Desse modo se criou a lista de critérios para avaliação de aplicações educacionais 3D na *Web* e um detalhamento de como deve ser feito o cálculo da pontuação em cada um destes critérios.

Alguns critérios, têm diferente importância conforme o contexto em que for utilizado. Uma continuação desse estudo consiste na realização de uma adequação de pesos conforme a importância de cada um dos critérios no contexto focado.

O realismo foi considerado como um possível critério. Mas, não há um consenso quanto sua utilização. O realismo tem seu uso recomendado por alguns autores e desestimulado por outros. Assim, uma continuação deste estudo consiste num estudo mais detalhado no critério do realismo para aplicações 3D na *Web*.

Tendo em vista a importância que os ambientes virtuais têm ganho para a educação, treinamento e capacitação dos profissionais de saúde. Em trabalhos futuros pretende-se aplicar estes sete (7) critérios aqui expostos para a seleção de um boneco anatômico 3D para utilização no ensino na área da saúde.

Referências

- Berners-Lee, T. (1989). Information management: A proposal. Disponível em: <http://www.w3.org/History/1989/proposal.html>. Acessado em: Agosto de 2012.
- BETHESDA Statement on Open Access Publishing, Summary of the April 11, 2003, Meeting on Open Access Publis. Disponível em: <http://www.earlham.edu/~peters/fos/bethesda.htm>, Acessado em: Agosto de 2012.
- Burgun, A. and Bodenreider, O. (2008). Accessing and integrating data and knowledge for biomedical research. page 91. NIH, Bethesda, Maryland, USA., Faculté de Médecine, Université de Rennes I, 35033 Rennes, France, National Library of Medicine. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18660883>, Acessado em: Agosto de 2012.
- Consortium, W. W. W. et al. (2008). Web content accessibility guidelines (wcag) 2.0. World Wide Web Consortium.
- Dennemont, Y., Bouyer, G., Otmane, S., and Mallem, M. (2013). 3d interaction assistance in virtual reality: a semantic reasoning engine for context-awareness. In Context-Aware Systems and Applications, pages 30–40. Springer.
- Dev, P., Heinrichs, W. L., and Youngblood, P. (2011). Clinispace™: A multiperson 3d online immersive training environment accessible through a browser. volume 163, page 173. IOS Press. Disponível em: http://clinispace.com/publications/MMVR2011_Dev_P.pdf, Acessado em: Agosto de 2012.
- Geraci, A., Katki, F., McMonegal, L., Meyer, B., Lane, J., Wilson, P., Radatz, J., Yee, M., Porteous, H., and Springsteel, F. (1991). Ieee standard computer dictionary: Compilation of ieee standard computer glossaries. IEEE Press.
- Gil, A. C. (2002). Como elaborar projetos de pesquisa. volume 4. São Paulo. Disponível em: http://w.w.w.aedb.br/seget/artigos07/1288_1288_Pesquisa%20qualitativa_final.pdf. Acessado em: Agosto de 2012.
- Gobbetti, E. and Scateni, R. (1998). Virtual reality: Past, present, and future. Virtual

- environments in clinical psychology and neuroscience: Methods and techniques in advanced patient-therapist interaction.
- Hand, C. (1997). A survey of 3d interaction techniques. volume 16, pages 269–281. Blackwell Publishers. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/1467-8659.00194>, Acessado em: Agosto de 2012.
- Leacock, T. L. and Nesbit, J. C. (2007). A framework for evaluating the quality of multimedia learning resources. volume 10, pages 44–59. Disponível em: http://www.ifets.info/journals/10_2/5.pdf. Acessado em: Agosto de 2012.
- Martins, J. C. A., Mazzo, A., Baptista, R. C. N., Coutinho, V. R. D., de Godoy, S., Mendes, I. A. C., and Trevizan, M. A. (2012). A experiência clínica simulada no ensino de enfermagem: retrospectiva histórica. volume 25, pages 619–25. SciELO Brasil.
- Mata, T. H. R. and Sales, A. B. (2013). Definição de critérios para avaliar bonecos anatômicos 3d na web para ensino na área da saúde ou aplicações médicas. volume 9, pages 44–54.
- Mata, T. H. R., Sales, A. B., and Andrade, M. M. (2013a). Acessibilidade em bonecos anatômicos 3d para web. volume 1. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus Santo Ângelo, RS, Brasil.
- Mata, T. H. R., Sales, A. B., and Andrade, M. M. (2013b). Definição de critérios computacionais para avaliar bonecos anatômicos 3d na web para ensino na Área de saúde ou aplicações médicas. volume 1, pages 27–32. Fondo Editorial EIA, Envigado, Medellin, Colombia.
- Mata, T. H. R., Acesso a Conteúdos de Repositórios Biomédicos Digitais Através de uma Interface com Boneco Anatômico Web 3D, Dissertação de mestrado submetida ao programa Pós-Graduação em Engenharia de Biomédica - UnB, Brasília -DF, 2013.
- Nielsen, J. (1998). 2d is better than 3d. Disponível em: <http://www.nngroup.com/articles/>, Acessado em: Agosto de 2012.
- ISO, International Organization for Standardization (2008a). Part 171: Guidance on Software Accessibility.
- ISO, International Organization for Standardization (2008b). Requirements for Designers and Developers of User Documentation.
- ISO, International Organization for Standardization (2011). Systems and software quality requirements and evaluation (square) – system and software quality models.
- Sarmiento e Souza, M. F., Miranda, A., Baptista, A. A., and Ramos, I. (2005). Algumas considerações sobre as principais declarações que suportam o movimento acesso livre. 9o World Congress on Health Information and Libraries. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/4282>, Acessado em: Agosto de 2012
- Youngblood, P. and Dev, P. (2005). A framework for evaluating new learning technologies in medicine. In AMIA Annual Symposium Proceedings, volume 2005, page 1163. Stanford University Medical Media and Information Technologies (SUMMIT), Stanford University School of Medicine, USA. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16779449>, Acesso em: Agosto de 2012.
- Youngblood, P., Harter, P. M., Srivastava, S., Moffett, S., Heinrichs, W. L., and Dev, P. (2008). Design, development, and evaluation of an online virtual emergency department for training trauma teams. volume 3, pages 146–153. LWW.