

Definição de critérios para avaliar bonecos anatômicos 3D na web para ensino na área de saúde ou aplicações médicas

Thiago Henrique Mata
Universidade de Brasília
thiago.henrique.mata@gmail.com

André Barros Sales
Universidade de Brasília
andrebdes@unb.br

Resumo:

A utilização de bonecos anatômicos virtuais tem conquistado espaço no ensino das ciências de saúde. Sua utilização auxilia no estudo médico de anatomia e na simulação de pacientes com patologias, doenças agudas e traumas. As tecnologias recentes tornaram possível o surgimento de vários bonecos anatômicos virtuais tridimensionais de acesso *Web*. Realizou-se, então, a definição de critérios para a avaliação e escolha desses bonecos com o foco no ensino na área de saúde ou aplicações médicas, com o objetivo de auxiliar na escolha do boneco mais adequado conforme cada contexto. Para tal, foram levantados alguns *frameworks* de avaliação relacionados ao tema e então desenvolvidos os critérios de avaliação e seus níveis de pontuação, até finalmente avaliarem-se os bonecos anatômicos encontrados. Como resultado, foram definidos os critérios de navegabilidade, tridimensionalidade, interatividade e realismo, cada um destes podendo receber pontuação de 0 a 5. Entre os bonecos avaliados, os bonecos *BioDigital Human* e *Anatomography* foram os que obtiveram as melhores pontuações ao todo, 16 pontos, ou 80%. No quadro geral, os bonecos apresentaram uma pontuação média de 2,78 pontos, ou 55,56%, com desvio padrão de 1,56.

Palavras-chave: Critérios de avaliação. Bonecos anatômicos *Web* 3D. Dissecção virtual. Ensino de anatomia.

Criteria for the comparison of usability and accessibility of anatomical 3d web interfaces

Abstract

The use of virtual anatomical manikin has reached within the health science education. Its use helps in the study of anatomy and medical simulation in patients with pathologies, acute illnesses and injuries. Recent technologies have made possible the availability of several virtual three-dimensional anatomical manikins in the Web. The next step was the definition of criteria for evaluation and selection of these manikins with the focus on the education in healthcare or medical applications in order to assist in choosing the most appropriate manikin as each setting. For this, we collected some assessment frameworks related to the topic and then developed the evaluation criteria and scoring levels, and finally was evaluated the anatomic manikins found. Then, we defined the criteria for navigability, three-dimensionality, interactivity and realism, each of which may receive score 0-5. Among the assessed manikins, the Human BioDigital and Anatomography were the ones with the best scores overall, 16 points or 80%. In the big picture, the manikins had a mean score of 2.78 points or 55.56% with a standard deviation of 1.56.

Keywords: Evaluation criteria. Web 3D anatomical mannequins. Virtual dissection. Teaching anatomy.

INTRODUÇÃO

O estudo da anatomia humana tem sido feito por estudantes de medicina por dissecação de cadáveres há séculos [1]. A utilização de bonecos anatômicos para auxiliar nesses estudos na área de saúde tem se desenvolvido muito ao longo destes anos. Na Europa, entre 1500 e 1800, é observado o uso de manequins de marfim e madeira, com maior ou menor detalhamento anatômico. Esses primeiros bonecos objetivavam mais satisfazer a curiosidade pública e auxiliar na explicação de diagnósticos aos pacientes do que ao estudo de fato da medicina [2]. Desde então, alguns modelos anatômicos mais realistas têm sido utilizados tanto no ensino da medicina quanto para reforçar ou corrigir ideias médicas de como o corpo e a mente funcionam. Entre estes, vale destacar a Mulher Transparente, de 1950, a Vênus da Medicina de *La Specola* em Florença, de 1775, e a Vênus Anatômica de Barcelona, da segunda metade do século XIX [3][4].

Alguns desses modelos foram feitos extremamente realistas, na intenção de trazer ao estudante parte do impacto que acontecerá na interação do médico com o corpo humano real [5]. Em 1980, Richard Rush cria uma versão mais simplificada dos seus Bonecos Anatômicos Transparentes – *Transparent Anatomical Manikin* (TAM) [4] – para uma representação mais didática e menos realista do corpo humano de modo a evitar as reações extremas dos modelos mais realistas [6]. Muitos modelos, similares a estes, são utilizados hoje em salas de aula em todo mundo.

Atualmente, com o avanço da tecnologia, foi possível a criação de novos bonecos anatômicos virtuais e simuladores de pacientes. Alguns deles, com respostas realistas, humanas e fisiológicas à doença aguda, ao trauma e às intervenções, permitindo elevado realismo nas simulações, o que favorece maior imersão do estudante, com todas as vantagens dela decorrentes [7][8]. Existem alguns desses bonecos anatômicos virtuais que podem ser acessados via *Web*, podendo, assim, serem utilizados por um grande número de usuários remotamente, simultaneamente, de modo rápido, multiplataforma e seguro.

Os bonecos anatômicos virtuais diferenciam-se entre si em vários aspectos, tanto em funcionalidades apresentadas quanto em limitações ou restrições. Para um melhor aproveitamento dessa tecnologia, além de adequarem-se os momentos em que a ferramenta

será utilizada no currículo, pode ser necessário saber escolher apropriadamente a ferramenta mais adequada a cada contexto.

Este trabalho busca propor um conjunto de critérios objetivos de avaliação dos bonecos anatômicos, com foco na aprendizagem, para auxiliar na escolha dos bonecos a serem utilizados no ensino na área de saúde e aplicações médicas. Está estruturado da seguinte maneira: no tópico II, é descrito como tem sido o uso de interfaces anatômicas na área da saúde; no tópico III, é descrito como funcionam as interfaces anatômicas *Web* e é feito um levantamento das interfaces encontradas; no tópico IV, são descritos os materiais e métodos utilizados; no tópico V, é feita a conclusão avaliando-se os resultados obtidos; e, por fim, no tópico VI, são levantados os trabalhos futuros.

Uso de interfaces anatômicas na ÁREA DE SAÚDE

Muitas universidades têm migrado horas do estudo anatômico via dissecação para o estudo anatômico utilizando bonecos virtuais [9], principalmente para o ensino e visualização da disposição de estruturas complexas [10][11][12]. Enquanto alguns pesquisadores defendem essa utilização de computadores [13], muitos educadores defendem que o ensino de anatomia utilizando o corpo dissecado é incomparável [14][15][16]; outros defendem a integração dos dois métodos [17][18]. Maldonado-Zimbrón et al. [19] ressaltam que algumas ferramentas de bonecos anatômicos virtuais, tais como o *Visible Human Body* [20], têm buscado utilizar novas técnicas, de modo a permitirem ao estudante apreciar de modo mais realista e detalhado as regiões de estudo.

Hasan et al. [9] ressaltam que a dissecação tradicional e a virtual são abordagens de ensino diferentes,

em que cada uma apresenta seus pontos fortes. Cada uma dessas trabalha com algumas das características que são todas necessárias para o desenvolvimento das habilidades práticas, teóricas e éticas entre os estudantes. Eles ressaltam ainda que, mesmo com os avanços tecnológico que estão por vir, a interação com os bonecos por meio dos computadores ainda ocorre no meio artificial e sintético. Assim, segundo eles, uma simulação de computador e tecnologia nunca conseguirá se igualar à “realidade milagrosa” do corpo humano.

É preciso então equilibrar a utilização desses métodos conforme o modo de ensino, o currículo, pessoal qualificado e infraestrutura disponível [7]. Martins et al. [7] ressaltam que, salvo o caso em que a simulação seja inviável, não existe justificativa para que estudantes treinem diretamente em pessoas reais, muitas vezes vulneráveis pela própria doença.

A utilização de bonecos virtuais no espaço tridimensional – largura ou eixo X, altura ou eixo Y e profundidade ou eixo Z – 3 Dimensões (3D) – tem-se mostrado como um modo eficaz no ensino de anatomia e medicina [21]. Os modelos virtuais 3D apresentam mais fácil distribuição em relação aos modelos físicos. A utilização de modelos virtuais 3D auxilia na compreensão e navegação de elementos físicos [22]. Além disso, os bonecos 3D virtuais podem ser adaptados para apresentarem características de determinados quadros clínicos, com realismo, interatividade e outras vantagens que são muito mais complexas, quando não impossíveis, de serem realizadas em um boneco estático concreto. Assim, bonecos anatômicos virtuais 3D são úteis em simulações, treinamentos, prototipagens virtuais, telepresença, teleoperação e realidade ampliada [23].

BONECOS ANATÔMICOS 3D na WEB

Com a popularização de placas de vídeo de alta capacidade e o desenvolvimento de novas tecnologias *Web*, várias opções de bonecos virtuais 3D via *Web* se tornaram disponíveis. A utilização do navegador como plataforma viabiliza mais fácil distribuição da solução, de modo multiplataforma e seguro.

Várias aplicações *Web* 3D têm surgido, fazendo uso dessas novas tecnologias, entre elas, bonecos anatômicos virtuais. Esses bonecos têm auxiliado no ensino e na prática da medicina conforme descrito no tópico anterior. Durante essa pesquisa, os seguintes bonecos anatômicos virtuais *Web* foram encontrados: *Anatomography*, *Anatomy Tv*, *BioDigital Human*, *HealthLine Body Maps*, *InteractElsevier*, *Visible Body*, *Visible Human* e *Zygote Body*. Logo, tendo em vista a vasta gama de opções que surge continuamente, torna-se necessária a criação de critérios objetivos de classificação desses bonecos para o ensino na área de saúde ou em aplicações médicas. Buscaram-se aqui, critérios que fossem possíveis de serem pontuados previamente e independentemente do contexto ou do avaliador. Isso, tendo em vista que utilizar cada um dos muitos bonecos no cenário real, integrados a solução de ensino, com vários grupos de alunos no ambiente de aprendizagem, tornaria essa decisão, embora mais bem fundamentada, muito mais demorada e complexa. Assim, busca-se aqui, utilizando-se de critérios bem definidos, a seleção prévia de alguns bonecos virtuais para então serem realizados os testes de aprendizagem e usabilidade com tais bonecos.

Material e Métodos

Conforme descrito previamente, devido à vasta gama de opções de bonecos virtuais para o estudo anatômico, fez-se necessária a definição de critérios objetivos de avaliação destes para aplicações na área de saúde e aplicações médicas. Para tal, foi adotada a seguinte metodologia: primeiramente, foi feito um levantamento dos *frameworks* que realizam pesquisas similares. Foram então tomados destes *frameworks* os requisitos que pudessem ser previamente e objetivamente avaliados. Após isso, foram pesquisadas quais são as características desejáveis a uma ferramenta de simulação anatômica, no ponto de vista do usuário, com o

objetivo de melhorar a aprendizagem. Essas características e requisitos encontrados foram então combinados em critérios que foram organizados em uma escala de pontuação.

Dev et al. [24] criaram uma aplicação *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 et al. [25]. 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. Na adaptação de Dev et al. [24], o elemento beta-testes foi substituído pelo critério de qualidade: robustez do sistema. Ambos os conjuntos apresentam vários critérios em que a avaliação destes depende de testes da eficácia da solução de ensino quando utilizada pelos alunos, como integração curricular e transferência da aprendizagem para a prática clínica. Esses critérios, não são possíveis de serem previamente avaliados por meio de normas e padrões, conforme tem-se buscado nesta pesquisa.

Leacock e Nesbit [26] definem, no seu Instrumento de Análise de Objetos de Aprendizagem – *Learning Object Review Instrument* (LORI), os seguintes itens de avaliação de um objeto de aprendizagem: qualidade do conteúdo, alinhamento com os objetivos, resposta e adaptação, motivação, projeto da apresentação, usabilidade, acessibilidade, reusabilidade e compatibilidade. Descrevem também como deve ser feita a pontuação de 1 a 5 para cada um desses itens. De modo semelhante ao *framework* de Dev et al. [24], o LORI apresenta alguns critérios que só podem ser avaliados após a definição do contexto envolvido, tais como o alinhamento com os objetivos e o nível apropriado de detalhes na qualidade do conteúdo. Apesar disso, alguns elementos dessa lista de critério podem ser completamente ou parcialmente avaliados de modo independente da aplicação. Entre eles, vale destacar:

- a veracidade e o detalhamento das informações conforme descritos no critério da qualidade do conteúdo;

- a capacidade de receber *feedback* e utilizar essa informação a fim de individualizar a experiência, conforme descritos no critério de resposta e adaptação;

- a capacidade de prender e manter a atenção dos alunos provendo informação relevante que vá além do nível superficial, conforme descrita no critério motivação.

- a capacidade de integrar textos, vídeos, recursos gráficos e mídias de áudio de modo adequado e coerente ao conteúdo, conforme descrita no critério da apresentação;

- a capacidade de prover uma interface de navegação ágil, previsível, intuitiva, com elementos interativos, conforme descrita no critério usabilidade;

- a adequação às normas e padrões do Consórcio da Rede de Amplitude Mundial – *World Wide Web Consortium* (W3C) – é descrita tanto no critério de acessibilidade quanto no critério de compatibilidade com as normas;

- a capacidade de integração facilitada é descrita no critério de reusabilidade.

Baseado nesses instrumentos de avaliação e buscando desenvolver critérios mais específicos para bonecos anatômicos 3D para *Web*, são propostos os seguintes critérios de avaliação:

Navegabilidade

Navegação é o processo de se mover de uma localização para outra selecionando entre as opções apresentadas por sucessivas bifurcações no caminho entre duas localizações [27]. Navegabilidade ou Aspecto de Navegação Efetiva é uma teoria de navegação em espaços de informação que explora algumas questões básicas, como movimentar-se e encontrar dados em estruturas de informação diversas. O foco é particularmente voltado para questões que surgem quando tais estruturas são muito grandes, e as interações são seriamente limitadas pelo tamanho do espaço disponível (por exemplo, o tamanho da tela) e pelo tempo (por exemplo, número de ações necessárias para chegar a algum lugar) [28]. Torres et al. [29] ressaltam a densidade (alta quantidade de informação sem saturação), a ubiquidade (uma mesma informação disponível em lugares distintos), a deslocação (capacidade de deslocar-se rapidamente no espaço virtual) e a hipertextualidade

(uma geometria que não tem a necessidade de páginas, mas na qual as palavras vão se abrindo, à medida que se fixa a atenção nelas, sendo utilizadas para abrir novas conexões), entre as características do espaço digital descritas por De Las Heras [30]. Características essas intrinsecamente ligadas à navegabilidade.

Essa relação entre os elementos por vínculos pode ser representada por um grafo em que os elementos são os nós, ou vértices, e os vínculos são as retas, ou arestas. Desse modo, o usuário pode consultar no boneco as informações no detalhamento desejado, além de poder 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 [26].

Interatividade

Interatividade consiste na capacidade da troca de informações e requisições entre o usuário e o sistema e na qualidade dessa troca, no aprendizado da máquina a partir dessa troca, na duração dessas mensagens e do tempo entre elas [31]. A possibilidade de interatividade é uma das vantagens do boneco anatômico virtual [23], sendo necessária para simulações de instruções [7]. 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 [26]. 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 boneco nesses cenários.

Tridimensionalidade

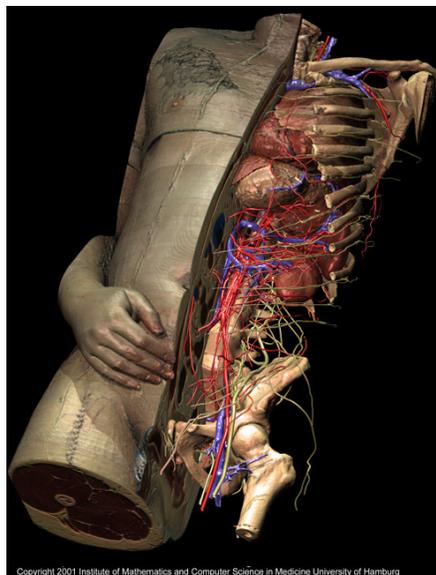
Tridimensionalidade engloba a interação 3D, as técnicas para manipulação de objetos e manipulação de pontos de vista e controle de aplicação. A *3D Interaction Adaptation* – Interação 3D Adaptativa – ainda é um tema em aberto, em que algumas das vantagens buscadas são: acelerar a interação, diminuir a carga cognitiva – como uma forma de computação mais ubíqua – e tornar a interação mais adaptativa, para adicionar ou gerenciar possibilidades de interação [32].

Nielsen [22] 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.

Realismo

Segundo Martins et al. [7], o realismo, ambientação e a interatividade instruem o aluno como proceder durante a situação real. Um nível de detalhamento anatômico mais simples é por vezes criado com foco didático, enquanto o detalhamento realista auxilia no reconhecimento e exercício mais próximo da prática real do profissional de saúde [33]. Algumas abordagens para geração de modelos anatômicos realistas combinam fotos reais com elementos 3D virtuais para a criação de uma experiência dinâmica o mais realista possível. A Ilustração 1 é um exemplo do resultado dessa combinação:

Ilustração 1 – Combinação de imagem real com virtual.



Fonte: http://www.voxel-man.de/gallery/visible_human/inner_organs/, 2012.

Conforme pode ser visto na Ilustração 1, enquanto o realismo de grande parte dos elementos se aproxima de uma dissecação real, alguns elementos são didaticamente destacados em cores para facilitar seu estudo. Assim, apesar de a imagem menos realista poder ser a mais adequada para alguns contextos [6], nesta pesquisa, o realismo avaliará quão próxima de uma dissecação real a imagem gerada pode ser. Isso, tendo em vista que o foco desta pesquisa é nas áreas de saúde e aplicações médicas em que o realismo é considerado necessário [7].

De modo similar ao realizado por Leacock e Nesbit [26], cada um desses critérios é detalhado em níveis de pontuação que vão de 0 até 5. Conforme previamente citado, todas as normas para avaliação da pontuação de um boneco foram criadas para que seja possível de serem pontuadas de modo independente do contexto da aplicação. Definiram-se assim as seguintes pontuações para cada um dos critérios:

Navegabilidade: Interfaces que não possibilitam nenhum tipo de navegação entre o usuário e o boneco anatômico devem receber pontuação 0. Interfaces que permitam ao usuário escolher o elemento anatômico buscado irão receber pontuação 1. Interfaces que permitem navegar de um elemento anatômico para os outros numa lista fechada em que a lista esteja integrada ao boneco ou próxima deste devem receber pontuação 2. Interfaces que permitam navegar nos elementos fisicamente próximos e navegar de um elemento anatômico para os seus elementos filhos ou pais devem receber pontuação 3. Interfaces que permitam, além da navegação entre elementos pais, filhos e por proximidade, a navegação por sistemas padrões predeterminados, tais como sistemas circulatório e digestivo, devem receber pontuação 4. Interfaces que permitam, além da navegação dos vínculos padrões – pais e filhos e sistemas padrões –, a navegação por outros vínculos devem receber pontuação 5.

Interatividade: Interfaces que não permitam nenhum tipo de interação com o boneco anatômico devem receber pontuação 0. Interfaces que permitem selecionar elementos devem receber pontuação 1. Interfaces que permitam a observação do elemento selecionado isolada ou em conjunto com os demais devem receber pontuação 2. As interfaces que permitam animações do elemento devem receber pontuação 3. Interface que permitam a simulação de doenças, quadros clínicos ou intervenções devem receber a pontuação 4. Interfaces que permitam a simulação de cenários médicos 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 boneco paciente, devem receber a pontuação 5.

Tridimensionalidade: Quando não houver nenhum movimento de câmera, a pontuação deve ser 0. Para bonecos com movimentos de câmera de rotação ao redor do boneco anatômico a pontuação deve ser 1. Interfaces que permitam movimento de câmera de aproximação ou distanciamento do elemento anatômico selecionado ou do boneco devem receber pontuação 2. Para movimentos de rotação no eixo X-Y e no eixo Y-Z em relação ao boneco ou ao elemento anatômico selecionado e movimentos nos planos X, Y e Z, as interfaces devem receber pontuação 3. Quando o usuário puder realizar cortes nos elementos nos ângulos dos eixos, podendo ter uma visão interna destes e navegar sobre o corte, a interface deve receber pontuação 4. Quando o usuário puder observar e navegar e cortar livremente tanto o elementos isolados quanto o boneco, sem alguns elementos selecionados, a interface deve receber a pontuação 5.

Realismo: Bonecos anatômicos em que a imagem dos elementos anatômicos é altamente simplificada, apresentando tamanhos irreais ou de baixa resolução, devem receber pontuação 0. Bonecos anatômicos em que os elementos apresentam uma coloração única aproximada da coloração real média do elemento, como a cor do crânio ser única e próxima ao cinza enquanto a do estomago ser próxima ao vermelho, por exemplo, devem receber pontuação 1. Bonecos anatômicos em que os elementos anatômicos apresentam texturização sem densidade, conseguindo assim apresentar diferentes cores conforme a região do elemento, devem receber pontuação 2. Quando a imagem dos elementos anatômicos apresentar texturização com densidade – *bump mapping* – para maior aproximação com o elemento real, o boneco deve receber pontuação 3. Para bonecos anatômicos em que a imagem da anatomia simulada, para ser mais próxima ao corte real, utiliza todos os recursos de texturização, coloração, sombreado, transparência, brilho, geometria, difusão, densidade e dispersão para gerar uma simulação de alta qualidade, deve receber pontuação 4. Bonecos com fotos de cortes reais de dissecação, combinadas com informações 3D para a geração da imagem de alta qualidade [34], devem receber pontuação 5.

Utilizando os critérios definidos acima, foram avaliadas as interfaces anatômicas citadas anteriormente: *Anatomography*, *Anatomy Tv*, *BioDigital Human*, *HealthLine Body Maps*, *InteractElsevier*, *Visible Body*, *Visible Human* e *Zygote Body*.

Resultados e análise

A utilização de interfaces anatômicas virtuais têm se mostrado como mecanismo eficiente para auxiliar o ensino de anatomia e medicina [21]. Além disso, conforme Martins et al. [7], o realismo, a ambientação e a interatividade provida pela interface anatômica instruem o aluno como proceder durante a situação real. [35].

A avaliação dos resultados obtidos auxiliou na compreensão de quais são os pontos satisfatoriamente observados e mais deficientes nas ferramentas atuais, tanto individualmente quanto como em grupo. Para contextos nos quais todos os itens apresentam a mesma importância, os bonecos anatômicos *BioDigital Human* e *Anatomography* foram os que conseguiram as maiores pontuações totais, 16 pontos, 80,00%. Os bonecos anatômicos *Visible Human* e *HealthLine Body Maps* foram os que conseguiram as menores pontuações totais, 6 pontos, 30,00%.

Além de observar as interfaces com maiores pontuações em cada item, é importante perceber quais são os itens que já são bem pontuados na média. A maior limitação foi observada nos critérios da interatividade, com média de 2,11 pontos, 42,22%, máxima de 4 pontos, mínima de 0 ponto e desvio padrão de 1,30. No critério da navegabilidade, a média foi 3,11 pontos, 62,22%, máxima 5 pontos, mínima 1 ponto e desvio padrão de 1,20. No critério do realismo, a pontuação média foi 2,67 pontos, 53,33%, máxima de 5 pontos, mínima de 0 ponto e desvio padrão de 1,51. A tridimensionalidade é o critério que sofre a maior variação com desvio padrão de 2,07, média de 3,22 pontos, 64,44%, máxima de 5 pontos e mínima de 0 ponto.

Considerações Finais

A utilização de bonecos anatômicos virtuais 3D via *Web* para o ensino na área de saúde ou em aplicações médicas já é uma realidade. Observando critérios como navegabilidade, interatividade, tridimensionalidade e realismo, pode-se notar que nesta análise prévia os bonecos anatômicos estão apresentando, em média, uma pontuação regular, 55,56%, mas com opções que chegam a pontuar 16 pontos, 80,00%. Provam, assim, existirem opções apropriadas para serem utilizadas de modo isolado ou integrado a *softwares*, na criação de soluções para educação e pesquisa médicas.

Como a escolha do boneco afeta diretamente fatores de navegabilidade, interatividade, tridimensionalidade e realismo, é interessante fazer a definição de qual o peso desejado na pontuação desses critérios a partir do contexto e escolher o boneco anatômico melhor pontuado. Outros critérios, como Licença de Software, Termos de Uso, Interoperabilidade de Sistemas e Independência Tecnológica, são questões que podem ser relevantes também para a seleção de um boneco anatômico 3D e que talvez também possam ser avaliados de modo independente do contexto e previamente à escolha do boneco, tal como os critérios aqui descritos. A avaliação dos bonecos mais bem pontuados integrados à ferramenta de ensino pode ser adequada para realizar os demais testes de usabilidade e de interface do LORI.

A avaliação aqui realizada manteve o foco nas interfaces para interação homem-computador disponíveis nos computadores pessoais: monitor, teclado e mouse. Pode-se ampliá-la com o uso de tecnologias que têm recentemente se popularizado, como óculos 3D, *Wii-remote*, telas sensíveis ao toque, para o desenvolvimento de sistemas anatômicos hápticos e fazer uso das vantagens oferecidas por estes [36][8].

Pretende-se ampliar a pesquisa e fazer um estudo mais aprofundado sobre a utilização de bonecos 3D na *Web*, o qual é objeto de uma dissertação de mestrado que desenvolverá a versão final dos critérios para avaliá-los, apresentado aqui resumidamente. Com este trabalho, além de favorecer uma proposta de critérios para avaliar os bonecos 3D na *Web*, espera-se que, com a utilização desses bonecos para ensino, as aulas sejam mais motivantes e estimulantes para os alunos, levando-os a se esforçar e participar mais durante as aulas, melhorando a relação ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

[15] AZER, S.A.; EIZENBERG N., **Do we need dissection in an integrated problem-based learning medical course? Perceptions of first- and second-year students.**, *Surg Radiol Anat.*, 2007, 29(2): 173-80.

[16] BÖCKERS, A; JERG-BRETZKE, L; LAMP, C; BRINKMANN, A; TRAUE, H.C.; BÖCKERS, TM., **The gross anatomy course: an analysis of its importance.**, *Anat Sci Educ.*, 2010, 3(1): 3-11.

[34] BRENTON, H.; HERNANDEZ, J.; BELLO, F.; STRUTTON, P.; PURKAYASTHA, S.; FIRTH, T.; DARZI, A., **Using multimedia and Web3D to enhance anatomy teaching**, 2007, *Computers & Education* 49 (2007) 32–53

[36] CAETANDO, A. C. M., **Interfaces Hápticas, Dispositivos não convencionais de interação**, 2008, Laboratório de Pesquisa em Arte e Realidade Virtual – IdA – UnB – Universidade de Brasília

[35] CHIEN, C.; CHEN, C.; JENG T., **An Interactive Augmented Reality System for Learning Anatomy Structure**, 2010, *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2010 Vol I, IMECS 2010, March 17 - 19, 2010, Hong Kong*

[28] CHITTARO, L.; MARCO, L. D., **Evaluating the Effectiveness of “Effective View Navigation”**

for **Very Long Ordered Lists on Mobile Devices**, HCI Lab, Dept. of Math and Computer Science, University of Udine, 2005, via delle Scienze 206, 33100 Udine, Italy

[30] DE LAS HERAS, A. R., **Las propiedades del espacio digital**, 2000, CONGRESO IBEROLATINOAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA ESPECIAL.

[32] DENNEMONT, Y.; BOUYER, G.; OTMANE, S.; MALLEM, M., **3D Interaction Assistance Through Context-Awareness**, 2012, IBISC Laboratory, Evry University, France, published in Virtual Reality (VR 2012), Orange County, CAxx: United States (2012) DOI : 10.1109/VR.2012.6180903

[24] DEV, P., PHD, ; HEINRICHS, W. L., MD PHD, YOUNGBLOOD, P. Y., PHD, **CliniSpace™: A Multiperson 3D Online Immersive Training Environment Accessible through a Browser Innovation in Learning Inc**, 2011, Los Altos Hills, CA,

Disponível em: <http://clinispace.com/publications/MMVR2011_Dev_P.pdf> Acesso em 09 de Dezembro de 2012.

[18] ELIZONDO-OMAHÑA, R.E.; GUZMÁN-LÓPEZ, S.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, MDE L., **Dissection as a teaching tool: past, present, and future.**, Department of Human Anatomy, School of Medicine, Universidad Autonoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, Mexico., 2005, Copyright 2005 Wiley-Liss, Inc. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Elizondo-Oma%C3%B1a%202005>> Acesso em 09 de Dezembro de 2012.

[23] GOBBETTI, E.; SCATENI, R., **Virtual Reality: Past, Present, and Future**, 1998, Center for Advanced Studies, Research and Development in Sardinia Cagliari, Italy

[9] HASAN, T; AGEELY, H.; HASAN, D., **The role of traditional dissection in medical education**, Education in Medicine Journal, Vol.2 (1): e30-e34, 2010, doi:10.5959/eimj.2.1.2010.spc1

[12] INZUNZA, O.; BRAVO, H., **Animación computacional de fotografías: un real aporte al aprendizaje práctico de anatomía humana**, Rev. Chil. Anat., 2002, 15(1):57-64]

[20] JASTROW, H.; VOLLRATH L., **Teaching and learning gross anatomy using modern electronic media based on the visible human project**, Department of Anatomy, Histology, Johannes Gutenberg-University, Mainz, Germany. jsatrow@mail.uni-mainz.de, 2003, Clin Anat. 2003 Jan;16(1):44-54.

Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Jastrow%20%26%20Vollrath%202003>> Acesso em 09 de Dezembro de 2012.

[27] JUL, S., **Landmarking for Navigability**, 1997, Computer Science and Engineering, Position Paper for the CHI 97, Workshop on Navigation on Electronic Worlds (March 23-24, 1997, Atlanta, GA) University of Michigan, 1101 Beal Av. Ann Arbor MI 48109-2110, USA

[26] LEACOCK, T. L.; NESBIT, J. C., **A Framework for Evaluating the Quality of Multimedia Learning Resources**, 2007, Disponível em: <http://www.ifets.info/journals/10_2/5.pdf> Acesso em 09 de Dezembro de 2012.

[1] MAGGE, R., **Art macabre: Resurrectionists and anatomists**, ANZ Journal of Surgery, 71: 377-380., 2001, doi: 10.1046/j.1440-1622.2001.02127.

[19] MALDONADO-ZIMBRÓN, V. E.; ELIZONDO-OMAÑA, R. E.; CEPEDA, G. B. A., VILCHEZ-CAVAZOS, F.; CASTRO, G. O. GUZMÁN-LÓPEZ, S., **An interactive tool for the human anatomy laboratory**, Int. J. Morphol., 24(3):377-382, 2006., 2006

[4] MARKOVIC, D.; MARKOVIC, B., **Development of anatomical models – chronology**, 2010, Disponível em: <<http://publisher.medfak.ni.ac.rs/2010-html/2-broj/Danica%20Markovic-Development%20of%20anatomical%20models.pdf>> Acesso em 09 de Dezembro de 2012.

[7] MARTINS, J. C. A.; MAZZO, A.; BAPTISTA, R. C. N.; COUTINHO, V. R. D.; GODOY, S.; MENDES, I. A. C.; TREVIZAN, M. A., **A experiência clínica simulada no ensino de enfermagem: retrospectiva histórica**, Acta paul. enferm. vol.25 no.4 São Paulo, 2012, ISSN 0103-2100 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-21002012000400022>> Acesso em 09 de Dezembro de 2012.

[13] MCLACHLAN, J. C.; BLIGH J.; BRADLEY, P.; SEARLE, J., Teaching anatomy without cadavers., Med Educ 38:418 –424., 2004

[22] NIELSEN, J, **2D is Better Than 3D**, 1998, Disponível em: <<http://www.useit.com/alert-box/981115.html>> Acesso em 09 de Dezembro de 2012.

[2] NLM U.S. NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, Dream Anatomy: **Anatomical Primitives and Pre-modern Anatomies**, 2002, Disponível em: <http://www.nlm.nih.gov/dreamanatomy/da_dream_primitives.html> Acesso em 09 de Dezembro de 2012.

[6] OWEN, HARRY MD, **Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare**: April 2012 - Volume 7 - Issue 2 - p 102–116, 2012, doi: 10.1097/SIH.0b013e3182415a91 Special Article

[8] ROSEN, K. R. MD, **The history of medical simulation**, Department of Anesthesiology, Case Western Reserve University School of Medicine, Cleveland, OH 44106, USA, 2008, Disponível em: <<http://www.chinamedsim.com/uploadfile/200901/20090111022809212.pdf>> Acesso em 09 de Dezembro de 2012.

[33] ROSEN, K. R.; MCBRIDE, J. M.; DRAKE, R. L., **The use of simulation in medical education to enhance students’ understanding of basic sciences**, Case Western Reserve University School of Medicine, USA, 2009, Cleveland Clinic Lerner College of Medicine of Case Western Reserve University, USA Disponível em: <<http://phoenixmed.arizona.edu/sites/default/files/pages/224-faculty-development-retreat/resource-use-simulation-medical-education.pdf>> Acesso em 09 de Dezembro de 2012.

[11] SILVA-LOPES, V. W.; MONTEIRO-LEAL, L. H., **Creating a histology-embriology free digital image database using high-end microscopy and computers techniques for on-line biomedical education**, Anat. Rec., 273B:126-31, 2003

[17] SINAV, A.; AMBRON R., **Interactive web-based programs to teach functional anatomy: the pterygopalatine fossa**, Anat Rec B New Anat. 2004 Jul;279(1):4-8., 2004

[5] SINCLAIR, S., **Making Doctors: An Institutional Apprenticeship**, Oxford: Berg,, 1997

[3] SPENCER, L., **The Artist’s Knife**, 2006, Disponível em: <<http://mdhs.unimelb.edu.au/sites/mdhs/files/Harry%20Brookes%20Allen%20Mu>



[seum%20Plaster%20Anatomical%20Models_Lucy%20Spencer.pdf](#)>

Acesso em 09 de Dezembro de 2012.

[14] SUGAND, K.; ABRAHAMS, P.; KHURANA, A., **The anatomy of anatomy: a review for its modernization**, Anat Sci Educ., 2010, 3(2): 83-93

[29] TORRES, E. F. ; MAZZONI, A. A. ; ALVES J. B. M. **A acessibilidade à informação no espaço digital**, Ci. Inf., Brasília, v. 31, n. 3, p. 83-91, set./dez. 2002

Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v31n3/a09v31n3.pdf>>

Acesso em: 09 de Dezembro de 2012.

[10] TRELEASE, R. B., **Anatomical informatics: millennial perspectives on a newer frontier**, Anat. Rec., 269:224-35, 2002

[31] YACCI, M., **Interactivity Demystified: A Structural Definition for Distance Education and Intelligent CBT**, Associate Professor, Information Technology, Rochester Institute of Technology, 2000

[25] YOUNGBLOOD P.; DEV P., **A framework for evaluating new learning technologies in medicine**, 2005, AMIA Annu Symp Proc. (2005), 1163. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1560552/pdf/amia2005_1163.pdf> Acesso em 09 de Dezembro de 2012.

[21] YOUNGBLOOD, P.; HARTE P.M.; SRIVASTAVA, S; MOFFETT, S.; HEINRICHS, W.L.; DEV, P. 2008, **Design, development, and evaluation of an online virtual emergency department for training trauma teams**, Simul Healthcare, 2008