

Avaliação da Aquisição de Conhecimento em Ambientes Virtuais de Aprendizagem 3D para Treinamento Médico

Eunice P. dos Santos Nunes^{1,2}, Fátima L. S. Nunes^{1,3}, Romero Tori^{1,3}

¹Interlab – Laboratório de Tecnologias Interativas – Escola Politécnica/USP
Av. Prof. Luciano Gualberto, nº 380 – 05508-010 – São Paulo – fone (11) 3091-5282

²Instituto de Computação – Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
Av. Fernando C. da Costa, nº 2367 – 78060-900 – Cuiabá-MT – fone: (65) 3615-8791

³LApIS - Laboratório de Aplicações de Informática em Saúde
Programa de Pós-graduação em Sistemas de Informação – Escola de Artes, Ciências de Humanidades/USP

Av. Arlindo Béttio, 1000 - Ermelino Matarazzo - São Paulo - CEP: 03828-000

{eunice.poli, fatima.nunes, tori}@usp.br

Abstract. *The development of tools supporting teaching, such as simulators and serious games through 3D Learning Virtual Environments (3D LVEs), is becoming an increasingly common alternative in the medical training area. In this context, this work presents the initial results from an experimental study conducted with students in the health field, interested in learning of Human Anatomy, taking VIDA (Virtual Interactive Distance-Learning on Anatomy) as a tool to support the teaching environment. These results are part of a larger context aiming at establishing a method to evaluate knowledge acquisition in 3D LVEs.*

Resumo. *O desenvolvimento de ferramentas de apoio ao ensino, como simuladores e jogos sérios por meio de Ambientes Virtuais de Aprendizagem tridimensionais (AVAs 3D) está se tornando uma alternativa cada vez mais comum na área de treinamento médico. Nesse contexto, este trabalho apresenta os primeiros resultados obtidos a partir de um estudo experimental realizado com estudantes da área de saúde, interessados no aprendizado de Anatomia Humana, tendo como ferramenta de apoio ao ensino o ambiente VIDA (Virtual and Interactive Distance-Learning on Anatomy). Os resultados desta pesquisa fazem parte de um contexto maior que visa estabelecer um método para avaliar a aquisição de conhecimento por meio de AVAs 3D.*

1. Introdução

O uso do computador e das tecnologias da informação e comunicação tem crescido em diversas áreas do conhecimento, especialmente na área médica. No âmbito educacional o desenvolvimento de ferramentas de apoio ao ensino, como simuladores e jogos sérios por meio de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), está se tornando uma alternativa cada vez mais comum na área de treinamento médico. Essas ferramentas buscam melhorar o desempenho dos estudantes em conteúdos difíceis de serem absorvidos apenas com aulas expositivas, que são geralmente associadas com textos e imagens de livros.

Além disso, o elevado número de estudantes que ingressam nos cursos da área de saúde, a falta de laboratórios físicos suficientes para atender a esta demanda e o alto custo dos modelos anatômicos sintéticos, têm motivado pesquisadores a produzirem materiais de *e-learning* que visam a simular modelos anatômicos e cenários clínicos da vida real, para fins de treinamento médico, educação ou avaliação.

Com o advento da *Web 2.0*, os AVAs evoluíram com os recursos proporcionados pelas tecnologias de Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA), surgindo os AVAs tridimensionais (3D), que estão sendo amplamente adotados em diversos domínios de conhecimento, destacando-se a área de educação médica.

Nunes *et al.* (2007) afirmam que: “A tecnologia de Realidade Virtual vem despertando grande interesse neste domínio, pois amplia as possibilidades de estudo e prática de variadas técnicas e procedimentos médicos”.

Existem diversas definições conceituais para AVAs, sendo que no contexto deste trabalho AVA é um *software* baseado em recursos tecnológicos diversos com propósito de auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, portanto, qualquer ambiente de Realidade Virtual e Realidade Aumentada utilizado com propósito de aprendizagem, pode ser considerado um AVA 3D.

Um exemplo de ambiente virtual 3D que tem sido empregado como AVA é o *Second Life*, que apesar de ter sido desenvolvido, inicialmente, para relacionar as diversas pessoas do mundo usando uma interface intuitiva e semelhante ao *The Sims* (uma série de jogos eletrônicos de simulação de vida), evoluiu e passou a ser amplamente adotado no meio acadêmico, profissional e social. Este ambiente tem sido empregado, por exemplo, em experiências ligadas à Biologia (como genética) e medicina, aproveitando o poder de simulação da ferramenta (VALENTE & MATTAR, 2007).

Por meio dos AVAs 3D, o processo de ensino-aprendizagem tem potencial para tornar-se mais ativo, dinâmico e personalizado. Porém, uma discussão que é delineada neste contexto se refere à contribuição que tais ambientes efetivamente oferecem para a aquisição de conhecimento do aprendiz e como é possível medir tal aprendizado.

Nesse sentido, o presente trabalho que faz parte de um contexto maior que visa estabelecer um método para avaliar a aquisição de conhecimento do aprendiz obtida por meio de AVAs 3D, tem como objetivo apresentar os primeiros resultados obtidos a partir de um estudo experimental realizado com estudantes da área de saúde, interessados no aprendizado de Anatomia Humana.

O Ambiente Virtual de Aprendizagem 3D utilizado neste experimento foi o ambiente VIDA (*Virtual and Interactive Distance-Learning on Anatomy*), desenvolvido pelo Interlab/USP¹, que consiste de uma ferramenta voltada para o ensino de Anatomia Humana e utiliza técnicas de estereoscopia baseada em anaglifos para produzir o efeito 3D (TORI *et al.*, 2009).

O presente artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta uma contextualização das tecnologias de Realidade Virtual e Realidade Aumentada aplicadas na área educacional, a seção 3 apresenta uma breve descrição do projeto VIDA e sua

¹ <http://www.interlab.pcs.poli.usp.br/>

contribuição para o ensino de Anatomia Humana, a seção 4 descreve a condução do estudo experimental, a seção 5 apresenta os resultados e discussões, e a seção 6 apresenta as conclusões deste trabalho.

2. Realidade Virtual e Aumentada na Educação

Muitos pesquisadores têm defendido que sistemas de Realidade Virtual e Realidade Aumentada são tendências na área de treinamento educacional. Isso porque os sistemas de RV e RA oferecem oportunidades para experiências imersivas e não imersivas, contextos e atividades realistas para o aprendizado experimental, simulações de treinamento, modelagem de cenários complexos, e a colaboração de múltiplos usuários interagindo entre si dentro do mesmo mundo virtual (SHERMAN & CRAIG, 2003; VALENTE & MATTAR, 2007).

Os sistemas de RV e RA permitem extrapolar os limites espaço-temporais, possibilitando, por exemplo, a visitação “virtual” a lugares que sejam muito pequenos para se explorar na vida real, ou lugares de extensão muito grande, difíceis de serem visualizados como um todo (VENDRUSCOLO *et al.*, 2005).

Observa-se na literatura que aplicações de RV e RA são encontradas em larga escala em sistemas de treinamento virtual 3D nas mais diversas áreas de domínio, como Medicina, Engenharias, Indústria, Ciências e Matemática, entre outras.

Nas áreas da Indústria e da Engenharia encontram-se diversos sistemas de RV e RA voltados para treinamento virtual, como mostram os trabalhos de Watanuki & Kojima, (2007), Angelov & Styczynski, (2007) e Wenju & Guangyae, (2010).

Na área de Medicina, um exemplo de aplicação de sistemas de RV e RA envolvendo treinamento médico é o sistema “*Virtual Patients*” de Troconis *et al.* (2010) que apresenta uma simulação em 3D de cenários clínicos da vida real para fins de treinamento médico, educação ou avaliação. Este sistema foi desenvolvido no ambiente virtual *Second Life* e existem várias formas de usá-lo para simular cenários clínicos. Por exemplo, o aluno pode assumir diversos papéis no ambiente, como de médico, paciente etc. O estudante pode agir independentemente ou ser guiado por um instrutor e pode, ainda, interagir por meio de um cenário colaborativo.

Outro trabalho na área de educação médica é de Gutierrez *et al.* (2007) que investiga o efeito do grau de imersão sob a *performance* da aprendizagem dos estudantes de medicina em uma simulação de um cenário de acidente automobilístico, desenvolvido com tecnologia de Realidade Virtual, que tem como objeto de estudo um paciente virtual.

O trabalho de Soler *et al.* (2008) apresenta um conjunto de ferramentas para melhorar o procedimento de laparoscopia, que são utilizadas como planejamento cirúrgico (pré-operatório) e também como simuladores cirúrgicos.

Atividades de aprendizagem baseadas em jogos também têm sido alvo de pesquisas, principalmente com a conexão dos “jogos sérios” às tecnologias de RV e RA, aplicadas na área de educação médica. Esta categoria de jogos, que extrapola a ideia de ser apenas entretenimento, visa a simular situações práticas do dia-a-dia e tem como alvo a “geração jogador” que tem um estilo cognitivo caracterizado pela multitarefa enquanto aprendem, apresenta curto período de atenção durante a aprendizagem e uma abordagem exploratória e de descoberta (YUCHUL *et al.*, 2007).

Considerando este cenário, pode-se afirmar que os sistemas de RV e RA são recursos bastante viáveis de serem aplicados em diferentes contextos educacionais, principalmente na área de treinamento médico.

No entanto, nota-se que apesar da comunidade científica mostrar interesse em desenvolver AVAs com uso de tecnologias interativas, poucos estudos têm medido os reais efeitos na aprendizagem. Dessa forma há uma lacuna a ser preenchida, ao se estudar a avaliação da aquisição de conhecimento do estudante por meio das AVAs 3D, a fim de estabelecer uma metodologia de avaliação do aprendizado

3. Projeto VIDA

O projeto VIDA (*Virtual and Interactive Distance-learning on Anatomy*) visa ao desenvolvimento de um Ambiente Virtual de Aprendizagem 3D, baseado em Atlas Anatômico Virtual, voltado para o ensino de Anatomia Humana. Tem o objetivo de suportar tanto interação com dispositivos comuns, como mouse e teclado, como também manipulação direta de objetos virtuais tridimensionais (TORI *et al.*, 2009).

O sistema VIDA se baseia na visão estereoscópica para oferecer maior realismo na visualização das estruturas anatômicas tridimensionais. Os parâmetros da projeção estereoscópica são calibrados de forma que cada usuário tenha a sensação de estar visualizando a estrutura anatômica no ar, ou seja, no espaço físico entre o seu corpo e o monitor, produzindo um efeito de profundidade. A visualização estereoscópica pode ser gerada e visualizada por diversos dispositivos e técnicas, como CAVE, capacete HMD, óculos polarizados ou anaglifos (TORI, KIRNER & SISCOOTTO, 2006).

Neste experimento, a versão utilizada suporta apenas a interação com dispositivos comuns, como *mouse* e teclado e a forma de visualização estereoscópica foi o anaglifo, que não exige monitores ou projetores especiais, apenas um par de óculos descartável de duas cores com filtros coloridos (cada lente com uma cor diferente), produzindo o efeito 3D desejado. O uso mais comum de filtragem é utilizar o vermelho para o olho esquerdo e o ciano (uma combinação de azul e verde) para o olho direito.

O desenvolvimento de um Atlas Anatômico Virtual 3D vem de encontro às dificuldades dos alunos em memorizar a elevada quantidade de termos das estruturas anatômicas. Em entrevista com professores da área de Anatomia Humana, estes relatam que muitos alunos apresentam dificuldades para o aprendizado das estruturas anatômicas por motivos diversos, como o excesso de terminologias, o pequeno tamanho de algumas estruturas e outros fatores individuais, como falta de atenção e motivação. Adicionalmente, para alguns há ainda o receio de se deparar com os cadáveres humanos para dissecação.

Frente às dificuldades existentes, principalmente no que diz respeito à memorização, o objetivo do projeto VIDA é contribuir para o aprendizado de Anatomia, favorecendo a aquisição de conhecimento por meio da participação ativa do aluno no ambiente virtual.

O ambiente VIDA pode também ser empregado em uma fase de pré-estudo, antes de o aluno usar o laboratório físico, tornando as estruturas mais familiares, ao serem apresentadas fisicamente. Adicionalmente, pode-se, com isso reduzir horas de estudo em laboratórios físicos, diminuindo, em médio prazo, o custo do processo de ensino-aprendizagem nesta área.

4. Estudo Experimental

O estudo experimental foi realizado com 60 estudantes da área de saúde. Deste total, tem-se 37 alunos do primeiro período do curso de Medicina e 23 alunos do primeiro período do curso de Nutrição.

Os participantes do estudo experimental possuem um baixo nível de conhecimento em Anatomia Humana, pois são alunos que acabaram de iniciar o primeiro ano do curso e haviam frequentado poucas aulas de Anatomia até a realização do experimento. Os 60 alunos foram divididos igualmente em dois grupos: grupo de controle e grupo experimental. Salienta-se que a adesão aos experimentos realizados foi voluntária.

Neste estudo, dois experimentos idênticos foram conduzidos para memorização de partes da estrutura óssea da pelve feminina, diferenciando apenas uma variável (meio de estudo).

Para tal, o grupo de controle realizou o estudo de memorização por meio de uma imagem 2D convencional encontrada em livros de Anatomia, apresentada aos alunos de forma impressa em uma folha de papel, acompanhada de legendas nas partes a serem memorizadas, como ilustra a Figura 1. Por outro lado, o grupo experimental realizou o mesmo estudo de memorização, utilizando a mesma imagem, porém por meio de estruturas anatômicas virtuais disponíveis no ambiente VIDA. Além da visualização, o aluno teve a oportunidade de interagir diretamente com o objeto em estudo, executando operações de rotação, translação e *zoom*. As imagens 3D capturadas do sistema VIDA estão ilustradas nas Figuras 2 e 3.

Os dois grupos tiveram o mesmo tempo de estudo: cinco minutos para memorizar as dez legendas colocadas na imagem da estrutura óssea da pelve feminina. Após a fase de estudo, os grupos foram submetidos a uma mesma avaliação escrita, na qual deveriam escrever os nomes das partes indicadas pelas setas, com o objetivo de medir o nível de aprendizado das partes da estrutura pélvica feminina apresentada.

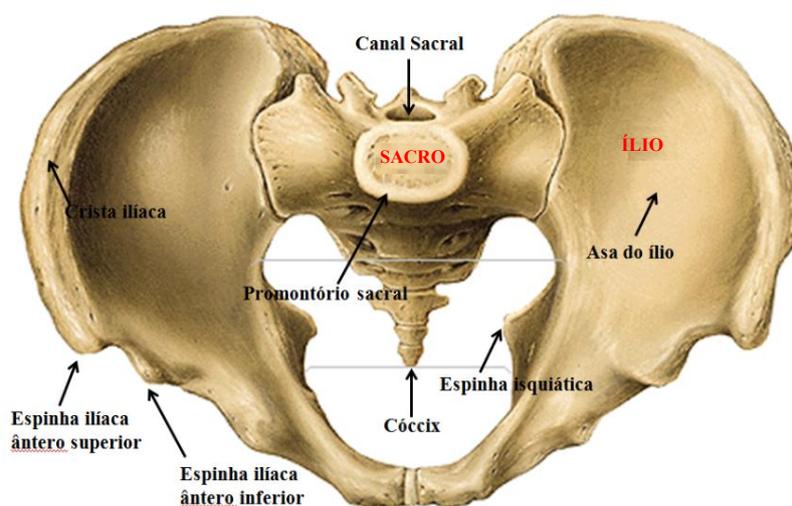


Figura 1. Pelve Feminina – imagem 2D adaptada (SOBOTTA, 2000)



Figura 2. Pelve Feminina sem as legendas – parte óssea (imagem 3D – VIDA)

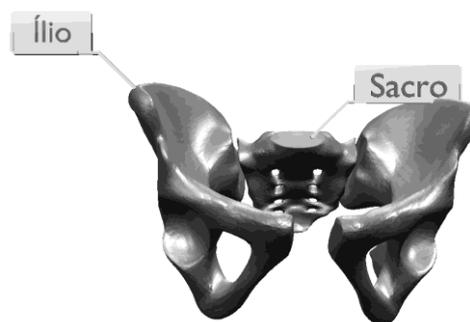


Figura 3. Pelve Feminina com parte das legendas (imagem 3D – VIDA)

5. Resultados e Discussões

Após os experimentos, as provas escritas foram corrigidas a fim de verificar se o meio de aprendizagem poderia exercer alguma influência nos resultados obtidos.

Verificou-se uma diferença significativa na média geral da prova escrita de Anatomia Humana - especificamente estrutura óssea da pelve feminina, ao se comparar os dois grupos.

O grupo de controle apresentou uma média de 81,25% de acertos, enquanto no grupo experimental a média foi de 95,25%, sendo possível observar que a média das notas da prova do grupo experimental foi superior à média das notas do grupo de controle, como ilustra a Figura 4.

Ao observar a diferença entre as médias dos dois grupos, pode-se supor que o estudo realizado apenas no papel com imagens similares àquelas encontradas nos livros de Anatomia, nas quais o aluno apenas vê e aplica dicas mnemônicas para facilitar a memorização das estruturas anatômicas não é tão eficiente se comparada ao estudo realizado no computador, por meio de um AVA 3D, no qual o aluno vê, interage e executa.

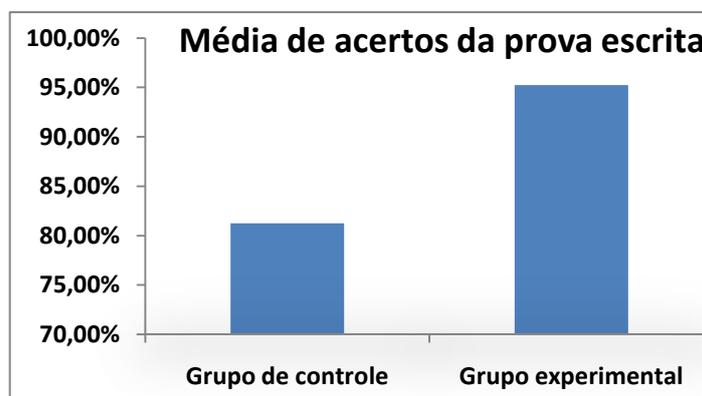


Figura 4. Média de acertos da prova escrita

Entretanto, apesar da diferença nas médias entre os dois grupos, é difícil medir com precisão o nível de aquisição de conhecimento do aprendiz por meio de AVAs 3D,

já que não há na literatura o estabelecimento de uma metodologia para executar a avaliação de forma autônoma.

Dessa forma, Nunes *et al.* (2010) definiram um conjunto de parâmetros a fim de propor um método para avaliar de forma autônoma a aquisição de conhecimento por meio dos AVAs 3D, e neste estudo experimental foram considerados, inicialmente, alguns desses parâmetros que são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros selecionados para avaliar o conhecimento adquirido (NUNES *et al.*, 2010)

Parâmetros do usuário	Descrição	Referências
Tempo para completar a tarefa	Tempo estimado para completar a tarefa.	(Troconis <i>et al.</i> 2010)
Ativo ou passivo	Capturar a intensidade de participação do usuário durante o treinamento.	(Ayala 2010), (Troconis <i>et al.</i> 2010)
Diferenças individuais	Devem ser identificadas para correlacionar com as características e habilidades individuais	(Lee 2007)

Em relação ao parâmetro - tempo para completar a tarefa, o especialista da área estimou cinco minutos, sendo que neste estudo experimental a maior parte dos participantes não usou todo o tempo estimado e mesmo assim obtiveram resultados melhores na prova escrita. Dessa forma, este é um parâmetro importante a ser avaliado pelo especialista do domínio, para não se tornar excessivo e nem insuficiente e, também deve estar alinhado a outros parâmetros, como por exemplo, ao parâmetro diferenças individuais.

Quanto ao parâmetro - ativo ou passivo, pode-se afirmar que os participantes foram muito ativos no ambiente, pois apresentaram um número de interações consideráveis, incluindo translações, rotações e *zoom*. Portanto, a interação com o objeto em estudo pode ter sido um fator motivador que contribuiu para o melhor aprendizado do grupo experimental.

Quanto ao parâmetro - diferenças individuais, nota-se que os participantes apresentaram características e habilidades semelhantes, como pode ser observado na Tabela 2.

Salienta-se que apesar de cada parâmetro apresentar a sua contribuição para a avaliação do aprendizado, só é possível diferenciar o desempenho entre os participantes, analisando o conjunto de parâmetros como um todo, pois aliada a estes parâmetros, têm-se uma questão importante a salientar, o fato da forma de aprendizagem (aquisição de conhecimento) depender de cada pessoa, já que algumas aprendem visualmente, outras verbalmente, algumas pessoas preferem explorar e outras deduzir.

Após aplicação da prova escrita, os alunos do grupo experimental responderam a um questionário *on-line*, contendo dez perguntas, elaborado seguindo a escala Likert². A Tabela 2 sintetiza os resultados obtidos com a aplicação do questionário.

² É um tipo de escala de resposta psicométrica usada comumente em questionários, principalmente em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação (http://pt.wikipedia.org/wiki/Escala_Likert).

Tabela 2. Avaliação geral do questionário

Itens avaliados	1	2	3	4	5
1. Nível de experiência em RV	17%	23%	40%	20%	0%
2. Nível de conhecimento em anatomia humana	3%	67%	23%	7%	0%
3. Nível de conhecimento da pelve feminina	3%	57%	27%	13%	0%
4. Sensação do efeito 3D (o objeto se projetou à frente da tela?)	0%	0%	3%	0%	97%
5. Os recursos de interação proporcionaram a sensação de estar manipulando o esqueleto pélvico feminino	0%	0%	7%	40%	53%
6. O AV retratou com fidelidade a experiência do mundo real	0%	0%	20%	53%	27%
7. Os recursos de interação foram suficientes para o aprendizado	0%	0%	0%	20%	80%
8. Legendas bem posicionadas favorecendo a memorização	0%	7%	17%	67%	10%
9. O AVA 3D foi motivador para os estudos de Anatomia Humana	0%	0%	0%	10%	90%
10. O AVA 3D proposto é útil para uma fase de pré-estudo antes de usar o laboratório físico	0%	0%	0%	10%	90%

Os resultados do questionário mostraram que o nível de experiência dos participantes em sistemas de Realidade Virtual foi mediano, isto se justifica pelo fato dos participantes serem da “geração jogador”. Já o nível de conhecimento de Anatomia Humana foi considerado baixo, confirmado pelo fato dos alunos estarem iniciando o 1º. ano do curso e terem frequentado poucas aulas de Anatomia até a data do experimento.

Em relação às funcionalidades do sistema, como os recursos de interação e o *design* dos modelos anatômicos do objeto em estudo, pode-se afirmar que foram satisfatórias. Quanto ao posicionamento das legendas, alguns participantes não se sentiram confortáveis, sugerindo alterações, como por exemplo, o ambiente não exibir todas as legendas do objeto de uma única vez no *display*, isto é, separá-las em camadas, e conforme a interação do usuário com uma parte da estrutura, a legenda poderia aparecer ou desaparecer do *display*.

Vale ressaltar que alguns participantes não conseguiram obter de forma plena, a sensação do objeto se projetando à frente da tela, isto pode ter ocorrido pelo fato de portadores de daltonismo terem dificuldade de visualização do efeito 3D, quando se utiliza a técnica do anaglifo para visualização estereoscópica.

6. Conclusões

Analisando os resultados obtidos com este trabalho, nota-se que várias ferramentas de apoio ao ensino, como simuladores e jogos sérios por meio de Ambientes Virtuais de Aprendizagem 3D, têm se tornado uma alternativa cada vez mais comum na área de treinamento médico, mas nenhum dos estudos selecionados apresenta um método para avaliar de forma autônoma a aquisição de conhecimento do aprendiz.

Dessa forma há uma lacuna a ser preenchida, ao se estudar a avaliação da aquisição de conhecimento em AVAs que usam tecnologias emergentes, como RV e RA e, que ainda não têm estabelecidas diretrizes de avaliação ou modelos cognitivos.

A partir dos resultados obtidos neste estudo experimental pode-se afirmar que os AVAs 3D propiciam maior motivação para o aprendizado na área de educação médica. Porém, não basta apenas ter motivação, uma questão importante a ressaltar é o quanto um AVA 3D pode contribuir para o ensino e como é possível avaliar o conhecimento adquirido.

Salienta-se que vários outros fatores, como a novidade em usar o ambiente tridimensional, a excitação de estar participando de um experimento e a curiosidade, possam ter influenciado positivamente na atenção e motivação dos participantes. Portanto, futuros experimentos de mais longo prazo, em que os efeitos “novidade” e “curiosidade” possam ser minimizados poderão dar a exata medida da diferença entre os dois meios de estudo (convencional e AVA 3D).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia - Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-MACC), pelo apoio financeiro (Processo 573710/2008-2 Edital MCT/CNPq Nº 015/2008 - Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia), à Fapesp pelo apoio financeiro, à Prof^a Célia Regina Maganha e Melo da EACH-USP, ao Prof. Flávio Silva Tampelini da Faculdade de Medicina da UFMT e ao doutorando Cleber Gimenez Corrêa da Poli-USP.

Referências

- Angelov, A. N. & Z. A. Styczynski. Computer-aided 3D Virtual Training in Power System Education. In *Power Engineering Society General Meeting, IEEE*, 1-4. Proc. Power Engineering Society General Meeting, IEEE, 2007.
- Ayala, A. P. Acquisition, representation and management of user knowledge. *Expert Systems with Applications - Elsevier*, 37, 2255-2264, 2010.
- Gutierrez, F., J. Pierce, V. M. Vergara, R. Coulter, L. Saland, T. P. Caudell, T. E. Goldsmith & D. C. Alverson. The Effect of Degree of Immersion upon Learning Performance in Virtual Reality Simulations for Medical Education. *Medicine Meets Virtual Reality 15*, 125, 155-160, 2007.
- Lee, J. The effects of visual metaphor and cognitive style for mental modeling in a hypermedia-based environment. *Interact. Comput.*, 19, 614-629, 2007.
- Nunes, E. P. S., F. L. S. Nunes, R. Tori & C. Nunes. 2010. Definindo Parâmetros para Avaliação da Aquisição de Conhecimento em Ambientes Virtuais 3D. In *III Workshop sobre Avaliação e Acompanhamento da Aprendizagem em Ambientes Virtuais*. João Pessoa, PB: XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE, 2010.
- Nunes, F. L. S., R. M. E. M. Costa, A. C. M. T. G. Oliveira, S. R. Delfino, L. Pavarini, I. A. Rodello, J. R. F. Brega & A. C. Sementille. Aplicações Médicas usando Realidade Virtual e Realidade Aumentada. In *Realidade Virtual e Aumentada - Conceitos, Projeto e Aplicações*, eds. C. Kirner & R. Siscoutto. Petrópolis-RJ: SBC - Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2007.
- Preece, J. *Design de Interação: além da interação homem-computador*. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- Sherman, W. R. & A. B. Craig. *Understanding Virtual Reality: interface, application, and design*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers, 2003.
- Sobotta, J. *Atlas da Anatomia Humana*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- Soler, L., S. Nicolau, J. Fasquel, V. Agnus, A. Charnoz, A. Hostettler, J. Moreau, C. Forest, D. Mutter & J. Marescaux. Virtual Reality and Augmented Reality Applied to Laparoscopic and Notes Procedures. In *5th IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro - ISBI 2008*, 1399-1402. Proc. (ISBI 2008).
- Tori, R., C. Kirner & R. Siscoutto. *Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*. Belém, PA: VIII Symposium on Virtual Reality, 2006.

- Tori, R., F. L. S. Nunes, V. H. P. Gomes & D. M. Tokunaga. VIDA: Atlas Anatômico 3D Interativo para Treinamento a Distância. In *XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, 1-10. Bento Gonçalves, Porto Alegre: SBC, 2009.
- Troconis, M.-T., K. Meeran, J. Higham, U. Millstrom & M. Partridge. Design and Delivery of Game-Based Learning for Virtual Patients in Second Life: Initial Findings. In *Researching Learning in Virtual Worlds*, Springer-London, 111-138, 2010.
- Valente, C. & J. Mattar. *Second Life e WEB 2.0 na Educação: o potencial revolucionário das novas tecnologias*. São Paulo: Novatec, 2007.
- Vendruscolo, F., J. A. Dias, G. Bernardi & M. Cassal. Escola TRI-Legal - Um Ambiente Virtual como Ferramenta de Apoio ao Ensino Fundamental Através de Jogos Educacionais. In *Colabor@ - Revista Digital da CVA - RICESU*, 2005.
- Watanuki, K. & K. Kojima. Knowledge Acquisition and Job Training for Advanced Technical Skills Using Immersive Virtual Environment. *Journal of Advanced Mechanical Design Systems and Manufacturing*, 1, 48-57, 2007.
- Wenju, W. & L. Guangyae. Virtual Reality in the Substation Training Simulator. In *Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*, 438-443. Shanghai, China, 14th Conference International on, 2010.
- Yuchul, J., P. Hogun, C. Yoonjung & M. Sung-Hyon. Designing a Cognitive Case-Based Planning Framework for Home Service Robots. In *16th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive*, Jeju, Korea, 827-832, 2007.