

Homem Virtual (Ser Humano Virtual 3D): A Integração da Computação Gráfica, Impressão 3D e Realidade Virtual para Aprendizado de Anatomia, Fisiologia e Fisiopatologia

Chao Lung Wen*

Departamento de Patologia
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

* Autor para correspondência: chao.wen@hc.fm.usp.br

RESUMO

O projeto Homem Virtual promove a integração entre o aprendizado da anatomia topográfica e estrutural humana, da fisiologia, da fisiopatologia e de métodos de diagnósticos por imagens por meio do uso de objetos de aprendizagem interativos a partir da utilização de mídias digitais, impressoras 3D, *tablets* e *smartphones*. Existem três aspectos de destaque nesta iniciativa: a construção (modelagem de objetos digitais) das estruturas em computação gráfica 3D, utilização de recursos dinâmicos (animações) para explicar o funcionamento dos processos fisiológicos e fisiopatológicos de maneira objetiva e clara e a coordenação educacional para a organização didática dos conteúdos. De um modo geral, os recursos provenientes do projeto Homem Virtual abrem possibilidades inovadoras para aprendizagem uma vez que o seu acervo 3D estimula o estudante a observar e analisar vídeos específicos, a associar imagens com textos de referência, a identificar detalhes significativos nos conteúdos transmitidos, a personalizar objetos anatômicos e, até mesmo, a gerar objetos físicos de peças anatômicas em três dimensões com qualidade realística, por meio de impressoras 3D. E com a popularização destas, pela primeira vez na história do Brasil, é possível difundir conhecimentos científicos por meio da internet que podem ser produzidos localmente pelos usuários.

Palavras-chave: Anatomia do Corpo Humano por Computação Gráfica 3D; Objetos Educacionais de Aprendizagem; Impressora 3D; Aplicativos de Anatomia em 3D para *Tablets* e *Smartphones*.

ABSTRACT

The Virtual Human Project is a digital learning tool that gathers the learning of structural and human anatomy, physiology, pathophysiology, image diagnostic methods and interactive learning with dynamic digital media, 3D printers, tablets and smartphones. We may highlight three main points of this initiative: the development (modeling of digital objects) of structures in 3D computer graphics, the use of dynamic features (animation) to explain objectively and clearly the physiological and pathophysiological processes and the educational coordination for content organization. In general, the Virtual Human Project interactive resources open up innovative opportunities to improve the learning, since its 3D collection encourages students to observe and analyze videos details, to make association between images and reference texts, to identify the mains points, to customize anatomic objects and even to produce physical 3D anatomical objects with realistic quality using 3D printers. It is the first time in the Brazilian history that we can spread scientific knowledge by internet with a local production of physical objects as we have the 3D printer popularization.

Keywords: 3D Graphics Computing Human Anatomy; Educational Learning Objects; 3D Printer; 3D Anatomy structures Apps for Tablets and Smartphones.

Introdução

A inovação de recursos educacionais para formação e atualização médica é uma questão urgente, considerando-se, entre outros aspectos, o aumento exponencial das informações científicas, a carência de laboratórios com infraestrutura adequada para ensino, o surgimento de

conteúdos cada vez mais complexos, a necessidade de estimular trabalhos em equipe e em rede e a formação de raciocínio investigativo. Entre as importantes deficiências em cursos médicos e naqueles voltados às demais profissões da área de saúde encontram-se a falta de laboratórios para aprendizado de anatomia descritiva, topográfica

e funcional, bem como a carência de recursos para ensino de integração de competências, como a correlação entre anatomia e métodos de diagnóstico por imagem (Ultrassom, Raios X, Tomografia Computadorizada, Cintilografia, Ressonância Nuclear Magnética) ou a associação da anatomia funcional com propedêutica clínica ou habilidades práticas.

A modernização dos recursos tecnológicos interativos vem ocorrendo de modo acelerado nos últimos anos. Entre outros elementos, são exemplos de tal evolução a computação gráfica em 3D de alta qualidade, objetos digitais em sistemas computacionais, realidade virtual, jogos interativos e impressoras 3D (WEN, 2009a). Estas, embora resultem de pesquisas realizadas desde fins da década de 1980, recentemente, tiveram substancial melhoria de qualidade e redução de preço, o que tem possibilitado sua popularização. Tais equipamentos abrem a possibilidade para a produção física de estruturas personalizadas, projetadas com o uso de recursos do mundo digital. Os modelos mais populares de impressora 3D, que até podem ser comprados a partir de portais de supermercados, utilizam basicamente filamentos de plástico (PLA e ABS) e são capazes produzir estruturas com qualidade suficiente para propósitos educacionais.

Desenvolvimento do Projeto

O Projeto Homem Virtual ou Ser Humano Virtual, iniciado no Laboratório de Inovação e Mídias Interativas da Disciplina de Telemedicina do Departamento de Patologia da FMUSP (DTM-FMUSP) em 2003, envolve fundamentalmente o uso da comunicação gráfica em 3D associada a recursos dinâmicos para gerar produções intelectuais específicas baseadas em literaturas científicas e experiências profissionais (Comunicação Dinâmica e Dirigida) (WEN, 2003).

Uma das principais características do Projeto Homem Virtual diz respeito à possibilidade de ele concentrar grandes quantidades de informações científicas (entre trinta a cem páginas de textos científicos descritivos) em uma sequência de

vídeo de um a três minutos, capaz de transmitir as informações temáticas de forma organizada e fluida, segundo um roteiro pedagógico pré-definido. As sequências do Homem Virtual podem ser denominadas de Objetos Educacionais de Aprendizagem, e têm o potencial de economizar até 70% do tempo do professor durante o processo de ensino-aprendizagem em anatomia, biomecânica, mecanismo biomolecular, fisiologia, fisiopatologia e habilidades/procedimentos. A grande economia de tempo permite que o professor tenha mais possibilidade de interação com seus estudantes, para desenvolver neles capacidades de observação, análise crítica, raciocínio, e para promover a contextualização prática dos assuntos em discussão (WEN, 2010a; WEN, 2006; WEN, 2010b).

As produções realizadas pelo projeto Homem Virtual resultam de trabalhos integrados de três grupos de profissionais: docentes e pesquisadores em educação interativa da telemedicina; designer de computação gráfica em 3D; e especialistas nos assuntos (médicos, fonoaudiólogos, enfermeiros, odontólogos, entre outros) (Figura 1). Juntos, constroem estruturas por meio da modelagem de uma malha de computação gráfica 3D (Figura 2).

Por se apresentar totalmente em formato digital, o acervo produzido pode ser disponibilizado pela internet e, assim, distribuído para qualquer ponto do país ou do mundo. Com pequenas adequações, todas as estruturas modeladas em 3D (anatômicas, histológicas ou biomoleculares) estão em condições de serem empregadas na produção de estruturas físicas mediante o uso de impressoras 3D; ou transformadas em aplicativos na forma de objetos digitais passíveis de serem instalados em *smartphones* e *tablets*, com recursos de interação; ou serem utilizadas para produção de aplicativos em realidade virtual ou realidade aumentada.

Os conteúdos do Homem Virtual, tendo em vista sua condição de objetos educacionais de aprendizagem, obedecem a uma sistemática padronizada que visa a garantir a qualidade da produção (Figura 3). Em função da

Homem Virtual

É a arte de se comunicar usando os recursos da computação gráfica 3D. Aprendizado de assuntos complexos de uma forma simples e dinâmica.

Produção em impressora 3D – Anatomia de referência significativa morfofuncional

1. Especialistas no assunto
2. Estrategista de Telemedicina
3. Digital Designers

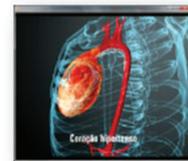
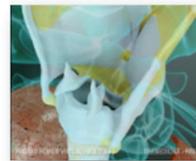
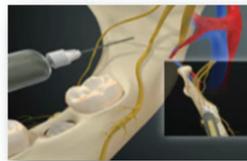


Figura 1 – Características do Homem Virtual.

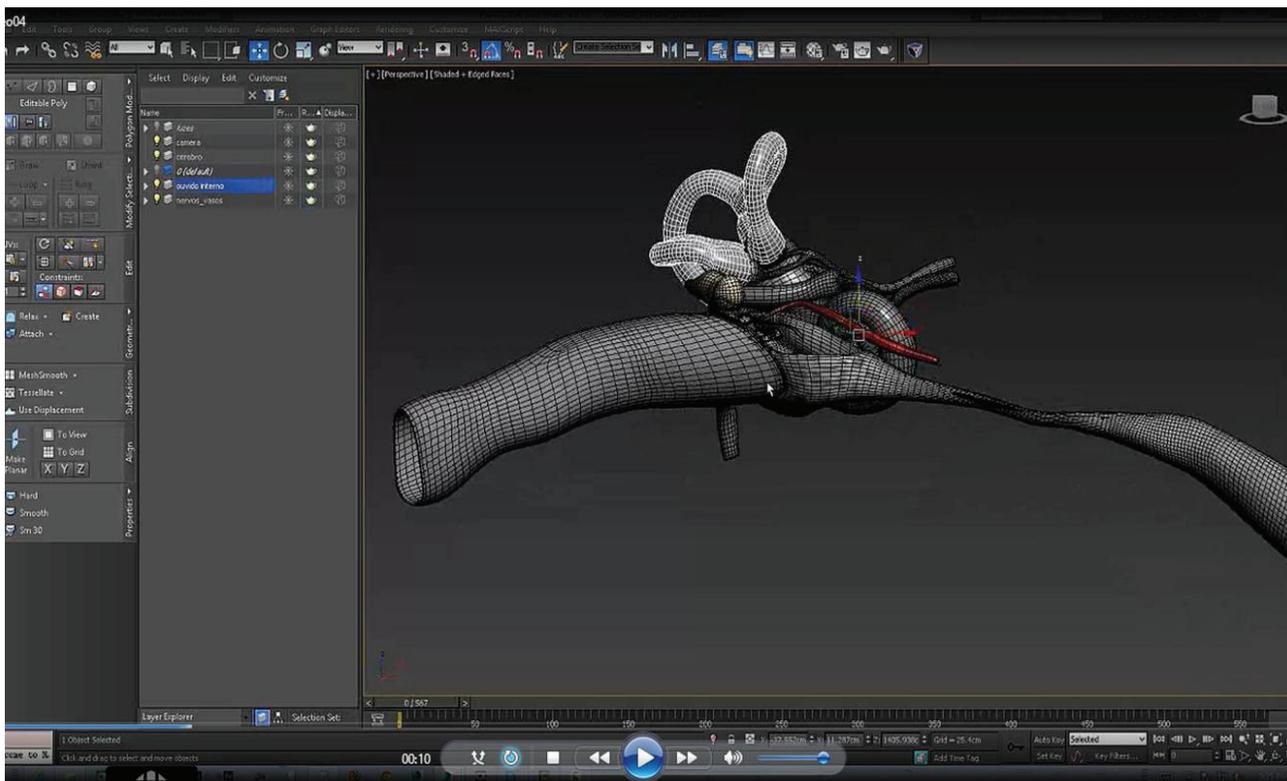


Figura 2 – Matriz 3D do sistema auditivo (3D Studio Max).

Etapas da construção do Homem Virtual

(A)– Fase de identificação temática e modelagem 3D

1. Definição do tema e dos objetivos.
2. Definição da abrangência e público-alvo.
3. Levantamento de literatura científica.
4. Identificação dos pontos significativos.
5. Elaboração de roteiro educacional.
6. Modelagem gráfica computacional.

(B)- Geração da pré-visualização e revisão científica

(C)- Renderização final.

(D) - Criação de roteiro audiovisual e inserção de complementos (legendas e/ou áudios).

(E)- Produção de vídeo final.

Figura 3 – Sistemática de desenvolvimento de um tema do Homem Virtual.

complexidade apresentada, uma sequência temática pode levar de dois a oito meses para ser integralmente produzida, dependendo do nível de detalhamento das estruturas anatômicas, da complexidade das animações de fisiologia ou mecanismos de ação e da necessidade de materiais de apoio (literaturas científicas, vídeos e resultados de exames de imagens, modelos, fotos de lâminas, entre outros).

Ao longo dos treze anos de vigência do projeto Homem Virtual, a DTM-FMUSP produziu mais de: (a) quinhentas sequências temáticas para as áreas de Medicina, Enfermagem, Fonoaudiologia e Odontologia (MALMSTRÖM *et al.*, 2004, p. 87; PAIXÃO, 2009; CAMARGO, 2011; WEN, 2011); (b) trezentas estruturas digitais para produção por meio de impressora 3D; (c) dez objetos digitais interativos para uso em *tablets* e *smartphones* e; (d) estruturas assistenciais produzidas por reconstrução 3D a partir de imagens de Tomografia Computadorizada e Ressonância Nuclear Magnética. A seguir, apresentam-se cada

um desses elementos:

a) Sequências temáticas do Homem Virtual (Ser Humano Virtual): os vídeos, entre um e três minutos, facilitam a exposição e o aprendizado dos pontos mais relevantes de assuntos complexos de forma rápida e simples, integrando anatomia, fisiologia, fisiopatologia, histologia e, se necessário, mecanismos de ação biomolecular (Figura 4).

b) Estruturas digitais para impressora 3D: arquivos digitais gerados a partir dos modelos do Homem Virtual para produção de estruturas físicas educacionais, com detalhamento realístico. Tais estruturas, além de servirem como primeiro passo para o estudo de anatomia (descritiva, topográfica e espacial), apresentam como ponto de destaque a possibilidade de serem utilizadas para fins de aprendizado em correlações entre anatomia e métodos de diagnóstico por imagem (Raios X, Ultrassonografia, Tomografia Computadorizada, Ressonância Nuclear Magnética etc.), bem como para fins de facilitação do entendimento e estabelecimento de correlações

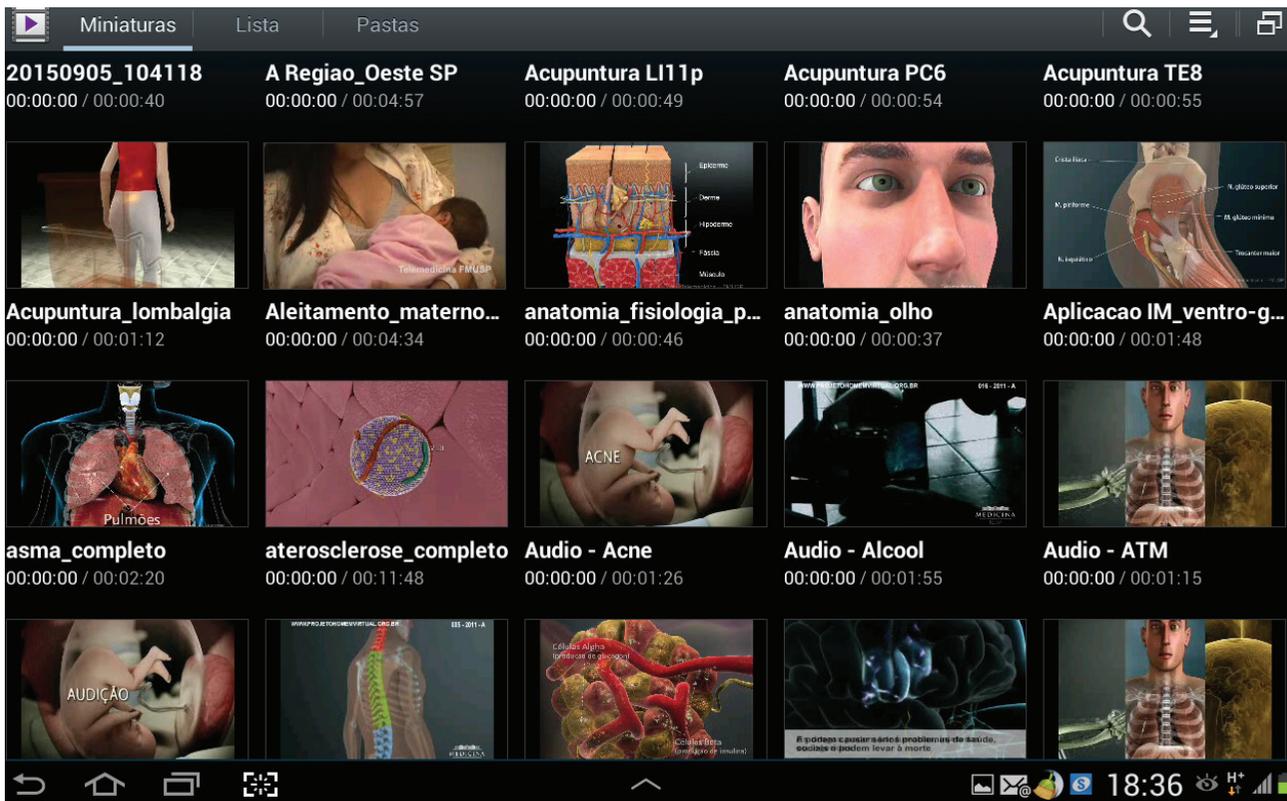


Figura 4 – Sequências de vídeos temáticos do Homem Virtual instalados em *tablet*.

Sexualidade – Aparelho Genital Feminino

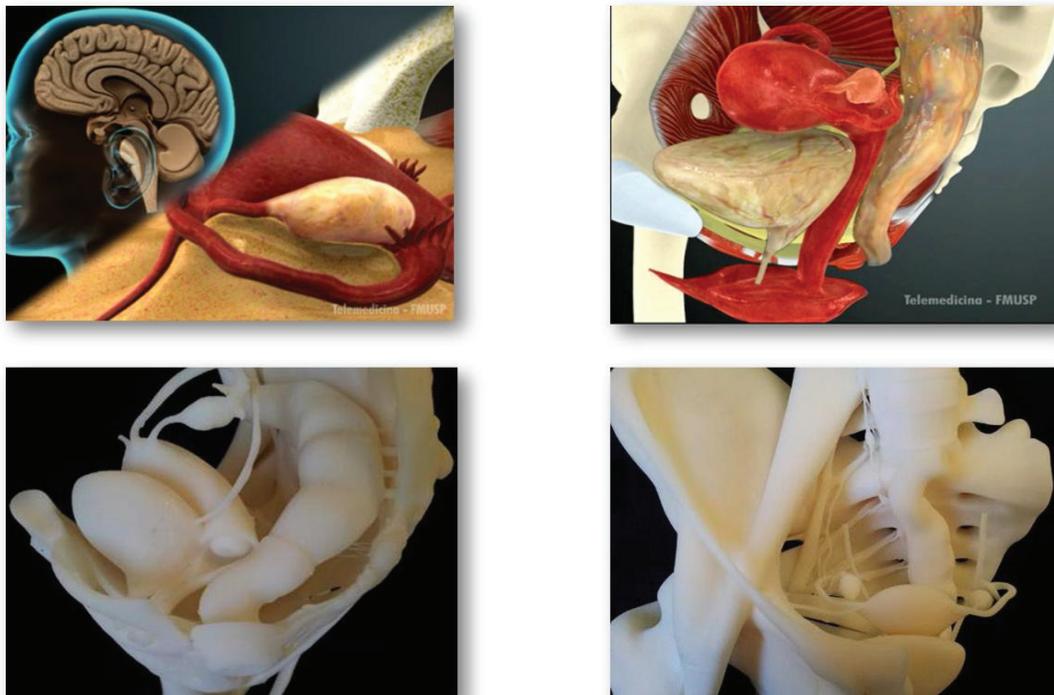


Figura 5 – Mulher Virtual: ciclo menstrual e anatomia da pelve feminina com respectiva produção em impressora 3D.

entre anatomia com a propedêutica clínica e o raciocínio investigativo (Figuras 5 e 6).

O barateamento das impressoras 3D e dos materiais de consumo utilizados por estas, associado

à melhora de sua qualidade, abre a possibilidade de distribuição de produtos educacionais de alta qualidade pela internet. Pelo fato de as estruturas em questão serem produzidas a partir de materiais como plástico,



Sistema Auditivo

Figura 6 – Sistema auditivo (orelha média e interna com canais semicirculares) ampliado e produzido em impressora 3D.

gesso ou resinas, torna-se possível o emprego delas fora do ambiente dos laboratórios de anatomia, tais como em bibliotecas, ambulatórios e hospitais ou mesmo em casa.

Os arquivos digitais para produção das referidas estruturas podem ser enviados pela internet, permitindo, assim, tanto a produção dos modelos físicos nas instituições que dispuserem de impressoras 3D quanto, por sua vez, a personalização destes de acor-

do com necessidades didáticas específicas.

c) Objetos digitais interativos: equivalem aos arquivos utilizados para produção por impressora 3D, porém, neste caso, as estruturas disponibilizadas podem ser empregadas como aplicativos instalados em computadores e dispositivos móveis (*tablets* e *smartphones*), com recursos de adição e subtração de estruturas, aplicação de transparências, ampliação e, algumas vezes, com recursos dinâmicos (Figuras 7 e 8).

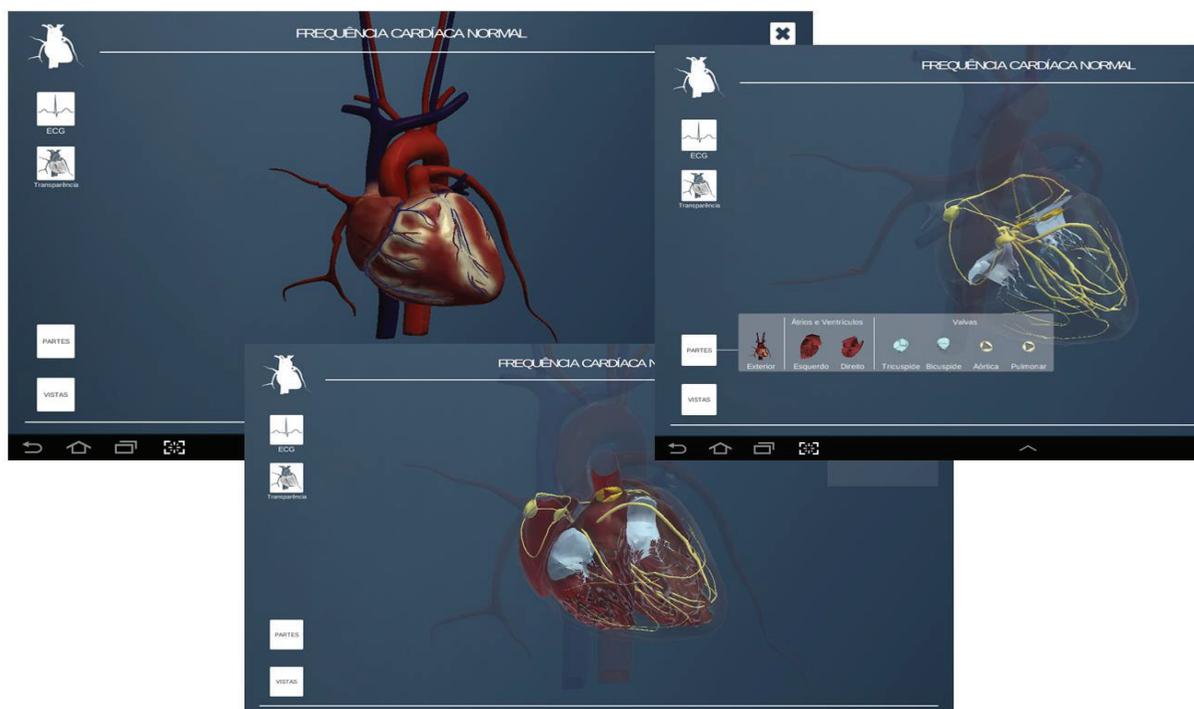


Figura 7 – Aplicativo de objeto digital do coração com valvas cardíacas e feixe nervoso para *tablets*.

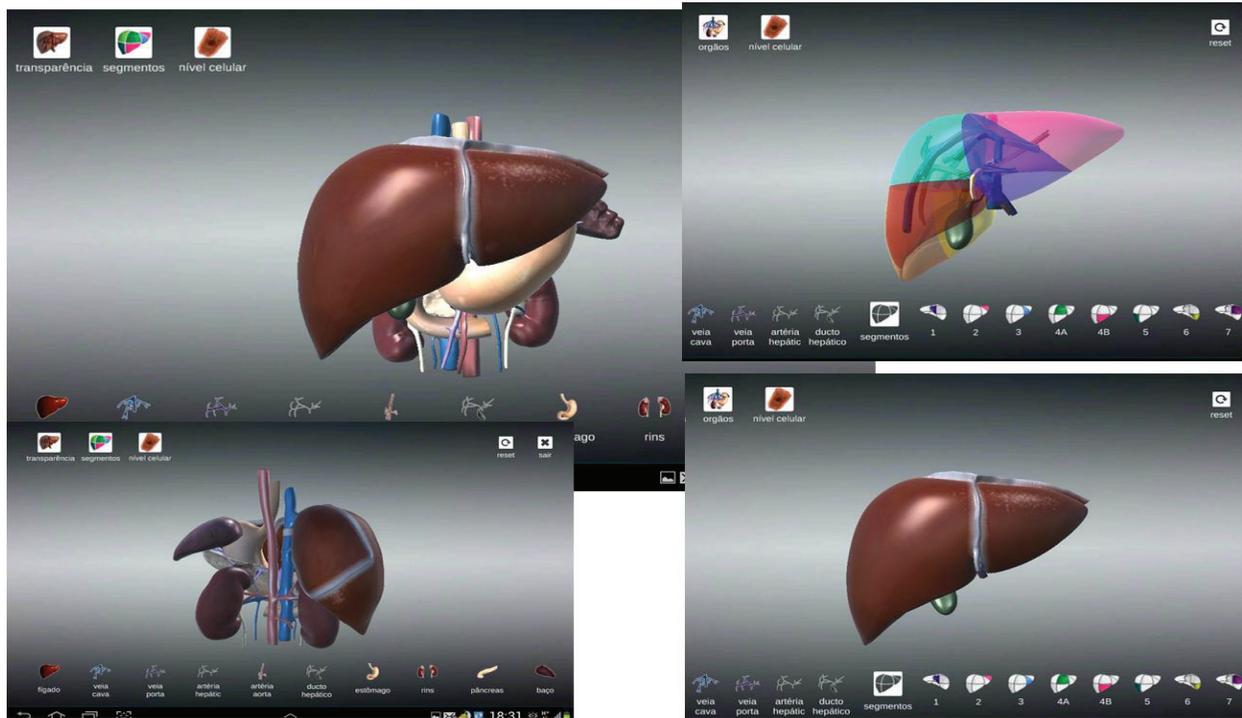


Figura 8 – Aplicativo de objeto digital do fígado com vascularização, segmentação e órgãos do abdômen.

Tais objetos, quando associados a sequências de animação do Homem Virtual e estruturas produzidas por impressora 3D, possibilitam formar uma cadeia que facilita a aprendizagem, unindo interatividade com dinâmica e manejo de estruturas físicas.

d) Estruturas assistenciais: além de realizar produções voltadas a propósitos educacionais, a equipe

de designers de computação gráfica 3D do Homem Virtual mostra-se capaz de produzir órgãos patológicos a partir de imagens obtidas da Autópsia Virtual da FMUSP (Aparelho de Ressonância Nuclear Magnética 7 Tesla), além de próteses sob medida e estruturas anatômicas de pacientes para estudo e planejamento antes de cirurgias complexas baseadas em imagens de tomografias computadorizadas (Figuras 9 e 10).

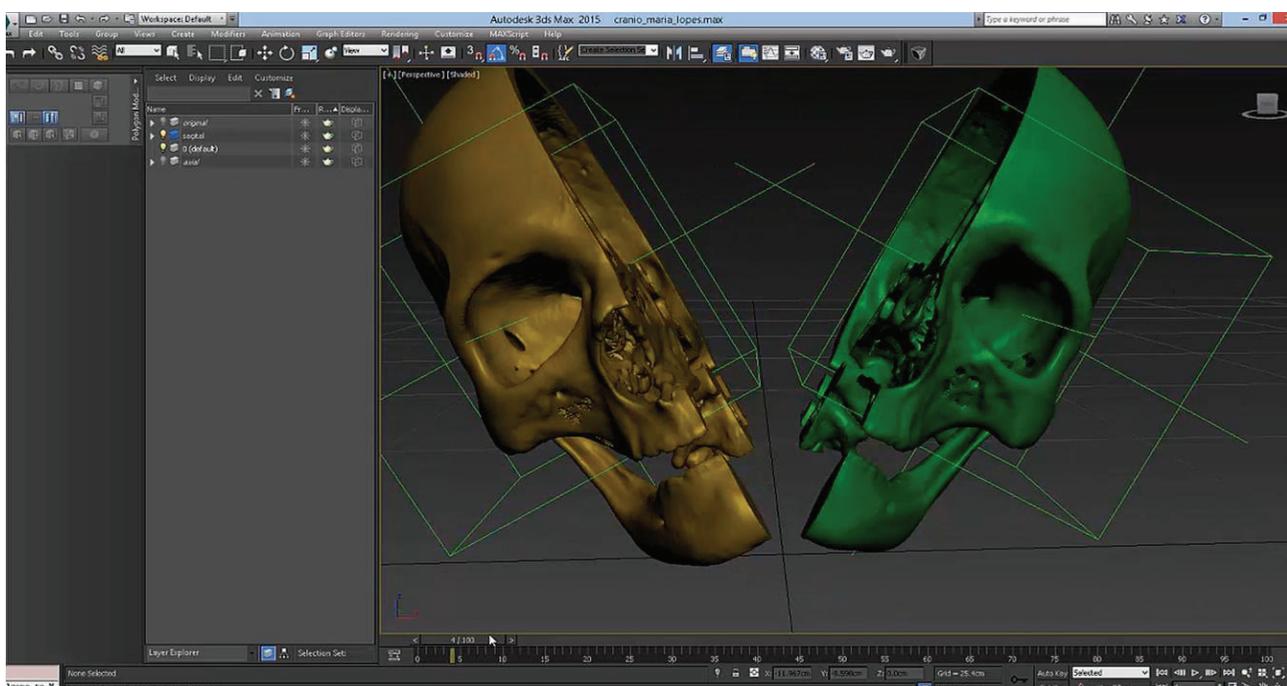


Figura 9 – Assistencial: secção sagital do crânio reconstruído a partir de imagens de tomografia.

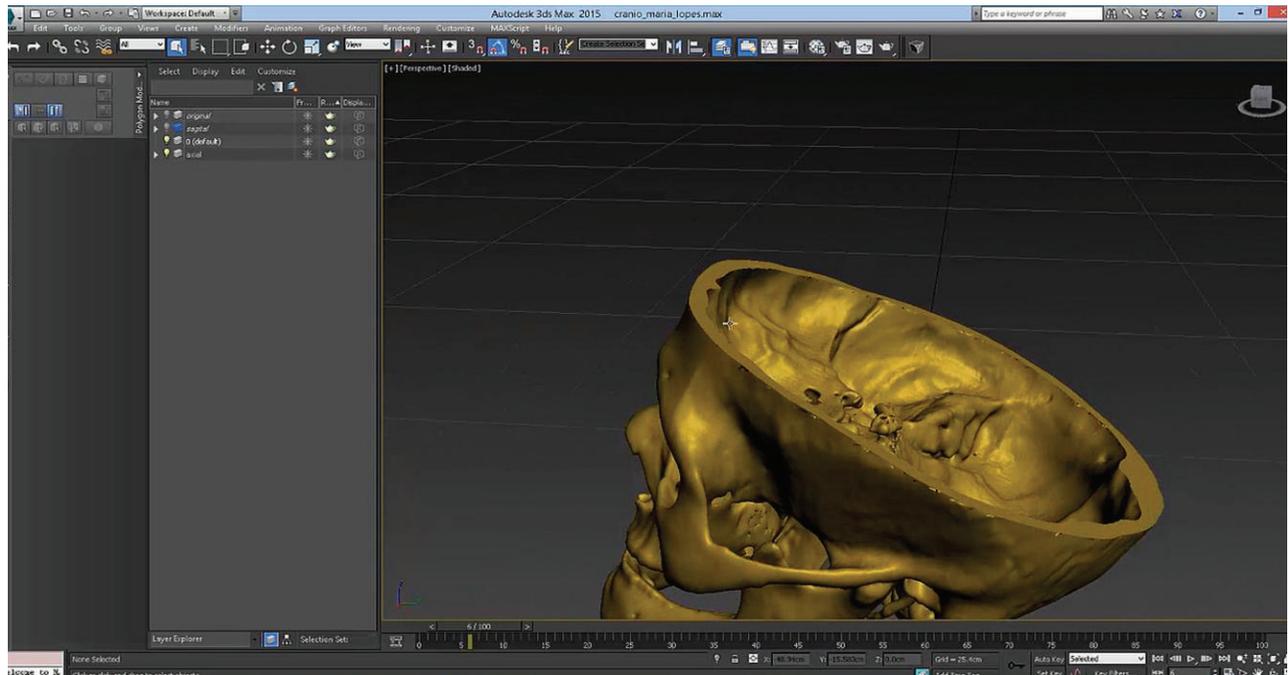


Figura 10 – Assistencial: visão da base do crânio a partir de estrutura reconstruída por imagem de tomografia.

Considerações Finais

A modernização do Laboratório de Habilidades e Simulação da FMUSP mediante o uso de manequins e simuladores de realidade virtual; a incorporação de recursos interativos que possibilitam a visualização da anatomia topográfica e espacial; o uso em programas de educação a distância, programas governamentais de uso de tele-saúde para atenção primária como ferramenta de auxílio ao aprendizado de prevenção de doenças, propedêutica ou de métodos de diagnóstico por imagem (WEN, 2009b; WEN & ONODA, 2009); e o emprego de impressoras 3D, como instrumentos para produção de estruturas físicas (objetos) a partir de projetos desenvolvidos em equipe por estudantes podem potencializar o aprendizado em vários níveis formativos (ensino fundamental, médio, superior, profissional). Desse modo, por meio de tal conjuntura, a construção do conhecimento do futuro profissional beneficia-se tanto de epistemologias, quanto de práticas alternativas ou complementares, entre estas a prática reflexiva.

Em países que possuem universidades bem situadas nos melhores rankings do mundo, estão sendo desenvolvidos projetos e estudos voltados à reorganização de currículos, capacitação do

corpo docente e reestruturação dos laboratórios, com destaque para a aplicação de tecnologias interativas, além da criação de centros de mídias interativas educacionais. Esses projetos têm como objetivo comum tornar o professor hábil no uso de diferentes tecnologias para melhorar o processo de aprendizagem do aluno e o seu desempenho acadêmico. Muitos pesquisadores acreditam que a utilização da informática possibilitará ao aluno ser criativo em diversas situações, tais como na solução de problemas, na tomada de decisões, na seleção de informações sobre uma variedade de fontes, no processamento e relato de resultados, bem como na comunicação de modo geral.

Referências Bibliográficas

- CAMARGO, Lucila Basto; ALDRIGUI, J. M., IMPARATO, J. C. P., MENDES, F. M., WEN, C. L., BÖNECKER, M., RAGGIO, D. P.; HADDAD, A. E. “E-Learning Used in a Training Course on Atraumatic Restorative Treatment (ART) for Brazilian Dentists”. *Journal of Dent Educ*, vol. 75, n. 10, out. 2011, pp.1396-1401.
- MALMSTRÖM, M. F.; MARTA, S. N.; BÖHM, G. M.; WEN, C. L. “Homem Virtual: Modelo Anatómico 3D Dinâmico Aplicado para Educação em Odontologia”. *Revista da ABENO*, Belo Horizonte, vol. 4, n. 1, 2004.
- PAIXÃO, Maurício Pedreira; MIOT, H. A.; WEN,

C. L. "Tele-education on Leprosy: Evaluation of an Educational Strategy". *Telemedicine and e-health*, vol. 15, n. 6, 2009, pp. 552-559.

WEN, Chao Lung. *Modelo de Ambulatório Virtual (Cyberambulatório) e Tutor Eletrônico (Cybertutor) para Aplicação na Interconsulta Médica, e Educação à Distância Mediada por Tecnologia*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

_____. "Telemedicina na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo". In: SANTOS, Alaneir de Fátima dos *et al.* (orgs.) *Télessaúde – Um Instrumento de Suporte Assistencial e Educação Permanente*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006, pp. 247-256.

_____. "Homem Virtual". In: MARTINS, Milton de Arruda *et al.* (orgs.). *Clínica Médica*. 7 vols. Barueri, SP: Manoel, vol. 1, 2009a, pp. 988-991.

_____. "Telemedicina e Telessaúde". In: MARTINS,

Milton de Arruda *et al.* (orgs.). *Clínica Médica*. 7 vols. Barueri, SP: Editora Manole, vol. 2, 2009b, pp. 811-813.

_____. *Projeto de Tecnologias Educacionais Interativas para Potencialização da Educação em Saúde*. CAPES, São Paulo, 2010a.

_____. "Telemedicina e Telessaúde: A Experiência da Universidade de São Paulo". In: ROCHA, Álvaro (org.). *Sistemas e Tecnologias de Informação na Saúde*. Porto, Portugal: Editora Universidade Fernando Pessoa, 2010b, pp. 197-210.

_____. "Teleducação em Saúde". In: PRADO, Cláudia *et al.* (orgs.) *Tecnologia da Informação e da Comunicação em Enfermagem*. São Paulo: Editora Atheneu, 2011, pp.127-137.

WEN, Chao Lung & ONODA M. M. "Teleducação Interativa". In: MARTINS, Milton de Arruda *et al.* (orgs.). *Clínica Médica*. 7 vols. Barueri, SP: Editora Manole, vol. 4, 2009, pp. 679-681.

Publicado em 05/07/2016.

