

Inserção de técnicas de Gamificação e Realidade Aumentada para auxílio no ensino de Medicina

Alysson Diniz dos Santos, Windson Viana de
Carvalho, Antonio José Melo Junior, Glaudiney
Mendonça Junior, Herbenio Casciano de Souza Júnior
Instituto Universidade Virtual
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Brazil
{alysson, windson, melojr, glaudiney}@virtual.ufc.br

Antônio Aldo Melo Filho
Faculdade de Medicina
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Brazil
aamelofilho@gmail.com

Resumo — Historicamente, a integração entre conhecimento teórico e prático é um grande desafio a ser superado no ensino de Medicina. A ausência de uma correlação clara entre teoria e prática é citada pelos estudantes como um fator desmotivante e pode, inclusive, ter impacto negativo no processo de aprendizagem. Neste contexto, a utilização de uma solução embasada em gamificação e Realidade Aumentada é uma oportunidade para que o estudante vivencie, mesmo em semestres iniciais, os elementos de correlação entre o conhecimento teórico e a prática cirúrgica. Este trabalho detalha o desenvolvimento de um protótipo de jogo baseado em técnicas de Realidade Aumentada, para o treinamento de habilidades básicas de navegação necessárias para a realização de procedimentos laparoscópicos. São descritas as tecnologias escolhidas e são discutidas as soluções tomadas e a avaliação da eficiência do jogo.

Palavras-chave — Realidade Aumentada, Laparoscopia, Gamificação, jogos sérios

I. INTRODUÇÃO

O treinamento de habilidades manuais em práticas cirúrgicas é um grande desafio na aprendizagem médica devido, de forma generalista, ao caráter delicado e subjetivo deste tipo de procedimento. A ascensão das técnicas de cirurgia minimamente invasiva (CMI) ou cirurgias laparoscópicas trouxe ainda um aumento da complexidade destas habilidades manuais requeridas neste tipo de procedimento [1]. Nestes, a visualização da anatomia é indireta e feita por meio de câmeras guiadas pelo interior do paciente e exige habilidades motoras (translação, rotação, manipulação de objetos, etc.) precisas por parte do cirurgião.

Há diversas dificuldades relacionadas ao processo de ensino das habilidades manuais para as CMIs, como a falta da simulação adequada da rigidez e elasticidades dos tecidos humanos, o alto custo e as questões éticas relacionadas a alguns métodos, além da subjetividade inerente na avaliação deste tipo de habilidade. Considerando estes contratemplos, diversos métodos vêm sendo propostos nas últimas décadas com objetivo de aperfeiçoar o processo de aprendizagem das diversas técnicas de CMI, desde o uso de animais como cobaias até sistemas complexos e de alto custo baseados em Realidade Virtual e dispositivos hápticos [1][3].

Neste contexto, um método que se destaca, por sua efetividade e relativo baixo custo é o uso de simuladores. Estes,

geralmente, consistem em uma caixa com proporções similares a um tórax humano inflado (como acontece nos procedimentos laparoscópicos reais), estendido com espelhos ou – mais atualmente – câmeras ligadas a monitores para simular a visualização do ambiente cirúrgico real, quando da realização de procedimentos laparoscópicos [7].

Neste contexto, a proposta deste trabalho é a extensão de simuladores de laparoscopia, utilizando técnicas de Realidade Aumentada [13] e Gamificação [11,12] para tornar o treinamento das habilidades manuais para laparoscopia mais atraente e prover dados objetivos acerca da interação dos estudantes (por exemplo, tempo para finalização da tarefa, taxa de erro, dentre outros).

O simulador proposto neste trabalho é uma caixa plástica composta por câmeras e dois softwares. Uma câmera está conectada a um software para capturar a posição dos objetos manipulados pelo usuário; e a outra câmera simula a câmera utilizada no procedimento laparoscópico real. Ela está conectada a um software de Realidade Aumentada baseado em marcador que introduz objetos virtuais no plano de trabalho real mostrado na visualização da câmera. O objetivo da RA é guiar os aprendizes na execução de suas atividades.

O restante deste artigo é dividido como segue: a Seção 2 apresenta uma visão geral das ferramentas e métodos para treinamento de habilidades laparoscópicas, enquanto a Seção 3 detalha o método para treinamento proposto neste trabalho. A Seção 4 contém as conclusões e os trabalhos futuros.

II. TREINAMENTO DE HABILIDADES LAPAROSCÓPICAS

A. Métodos Tradicionais

Um dos pilares para o sucesso de um procedimento cirúrgico é a boa visualização do campo operatório a ser abordado. No sentido de se obter tal pressuposto, as operações se caracterizaram, por muito tempo, pela necessidade de incisões amplas. Nas últimas décadas, contudo, com a introdução das CMIs, tem sido possível realizar diversas operações, independente da idade do paciente, com segurança igual ou superior ao acesso convencional [6].

No campo da cirurgia, uma boa parte dos eventos adversos é passível de prevenção e usualmente são secundários à falha de percepção (disposição cognitiva em responder), cognição (conhecimento e tomada de decisão) e/ou execução (erros

médicos). Com o crescimento exponencial da via de acesso para CMI, na atualidade, se impõe a busca de métodos de treinamento dos cirurgiões para redução dos efeitos adversos associados aos possíveis erros médicos.

Neste contexto, os métodos mais tradicionais de treinamento para CMI são os de realidade física pura: aprendizado no próprio campo cirúrgico real com o paciente, sob a supervisão de outro cirurgião mais experiente, o uso de cadáveres, o uso de animais de laboratório - em particular o porco - e, como mencionado anteriormente, o uso de caixas simuladoras de laparoscopia. Sobre estes métodos, o uso de cadáveres é muito pouco utilizado e cada vez mais limitado, enquanto a utilização dos animais sempre suscita problemas do manuseio de seres vivos, com suas discussões éticas e limitações de disponibilidade. No entanto, ressalta-se que o ideal é que o cirurgião só realize o procedimento no paciente real, após o máximo de treinamento possível em outros métodos de simulação.

Neste intuito, o uso de caixas simuladoras de laparoscopia (caixas laparoscópicas) aparece como solução ideal para as primeiras fases da aprendizagem, nas quais, o treinamento das habilidades motoras é fundamental. Khine et al. [7], por exemplo, mostrou que uma caixa laparoscópica feita com materiais simples pode ajudar na prática das habilidades laparoscópicas em casa ou no ambiente de trabalho¹. A caixa laparoscópica possui ainda vantagens como o retorno háptico para o paciente e o baixo custo financeiro comparado a outros métodos de treinamento. Com ela ainda é possível treinar os elementos básicos dos CMIs, como a navegação, coordenação do movimento e manipulação de objetos. Como desvantagens, com a mesma não é possível a simulação de uma operação completa e só é possível avaliar o usuário subjetivamente.

B. *Uso de Realidade Virtual e Aumentada*

Segundo recentes revisões sistemáticas de estudos randomizados e controlados sobre o tema, o treinamento em Realidade Virtual (RV) pode suplementar o treinamento padrão de CMI, sendo, pelo menos, tão efetivo quanto o treinamento em caixa laparoscópica [5]. A partir disto, destacam-se programas de treinamento do tipo “baseado em competências” para CMI em RV [3, 9] e RA [2, 8].

Este tipo de treinamento – com a utilização de RV e RA – é, em geral, mais oneroso que os de realidade física, mas possibilita a avaliação objetiva da performance do aprendiz e maiores níveis de imersão e interatividade. Neste sentido, imagina-se que tais técnicas sejam capazes de acrescentar mais motivação ao processo de ensino-aprendizado [4].

Uma barreira para a popularização deste tipo de treinamento, especificamente no Brasil, ainda é o alto custo financeiro dos equipamentos utilizados, principalmente, não soluções baseadas em dispositivos hápticos e realidade aumentada neste tipo de procedimento.

¹ Caixa laparoscópica feita em casa:

<http://www.youtube.com/watch?v=GUheFddh86A>

III. LARG – JOGO PARA LAPAROSCOPIA EM REALIDADE AUMENTADA

Como descrito anteriormente, a caixa laparoscópica é um objeto utilizado em aulas para o treinamento inicial em cirurgia e tem forte aceitação no Brasil. O objetivo deste trabalho é construir uma caixa laparoscópica com Realidade Aumentada que permita o treinamento habilidades de navegação, coordenação de movimentos e manipulação de objetos através de um jogo ou de atividades monitoradas com princípios de gamificação. O protótipo é chamado de LARG (Laparoscopic Augmented Reality Games)

A. *Definições iniciais*

Esta proposta seguiu quatro princípios básicos extraídos a partir de reuniões com profissionais de ensino de cirurgia médica e de um levantamento bibliográfico das soluções existentes. Os quatro princípios são:

I) Baixo custo financeiro para a construção de uma caixa que permita o treinamento de habilidades de CMI

O baixo custo financeiro foi um fator norteador para as escolhas neste projeto. A ideia era a construção de um equipamento que pudesse ser rapidamente implementado no curso de Medicina da Universidade Federal do Ceará e que não necessitasse de um custo financeiro elevado para a sua aquisição.

II) Uso de princípios de gamificação para estimular a repetição e aprimoramento das atividades

Gamificação (do inglês Gamification) é uma prática de usar elementos de game design e mecânica de jogos em atividades não relacionadas a um jogo propriamente (e.g., atividade de aprendizagem, uma tarefa de administração a ser executada) [11]. O objetivo é aumentar o engajamento das pessoas na atividade realizada, utilizando elementos recorrentes em jogos e que aumentam a ludicidade da atividade e o interesse. São exemplos de elementos recorrentes: recompensa, feedback, competição, cooperação, níveis de dificuldade, desafios, criação de histórias.

O uso de Gamificação já se mostrou efetivo para estimular e motivar a aprendizagem em diversos contextos, inclusive, no ensino universitário [12]. Assim, esperávamos aplicar esse conceito nas atividades utilizadas na fase inicial de desenvolvimento das habilidades em laparoscopia.

III) Extensão de práticas de habilidades com efetiva comprovação na aprendizagem cirúrgica

Há várias habilidades envolvidas na realização de uma laparoscopia. De forma geral elas podem ser agrupadas em quatro grupos: coordenação do movimento, navegação (posicionamento de objetos), corte e pinçamento e suturas [10].

As habilidades de navegação foram escolhidas como as primeiras a serem tratadas, por serem as mais simples de serem simuladas e avaliadas de forma objetiva. A intenção é que as outras habilidades dos procedimentos laparoscópicos possam ser treinadas futuramente, na extensão deste protótipo.

IV) Utilização de Realidade Aumentada

A utilização de técnicas de RA foi a forma encontrada para atender os três requisitos anteriores. Uso de Realidade Aumentada já é encontrado em diversas atividades desde entretenimento (e.g., jogos para dispositivos móveis) até sistemas para a aprendizagem e o treinamento médico [13]. A abordagem utilizada neste trabalho baseada em marcadores independe de dispositivos de alto custo financeiro, como os dispositivos hápticos, por exemplo, para a interação.

A utilização de dispositivos hápticos permitiria novas possibilidades na interação com as simulações das habilidades, mas deixaria o custo financeiro do sistema final elevado. A Realidade Aumentada ainda proporciona a realização do treinamento das habilidades de navegação em conjunto com a adição das técnicas de Gamificação.

B. O protótipo desenvolvido

A ideia foi desenvolver um protótipo como uma prova de conceito das ideias descritas nas seções anteriores, focando na exploração e validação das tecnologias que devem ser utilizadas no restante do desenvolvimento do projeto.

O protótipo consiste em:

- uma caixa de material opaco (madeira ou plástico, por exemplo);
- duas webcams (a camera lateral e a câmera superior);
- dois instrumentos laparoscópicos (IL);
- e um objeto a ser manipulado pelos ILs

A Figura 1 mostra a foto do protótipo desenvolvido, destacando cada um dos seus elementos principais.

O tamanho da caixa foi previamente definido através da observação de caixas laparoscópicas tradicionais (18 cm de altura por 30 cm de largura e 18cm entre os furos para entrada dos ILs). Cada uma das duas câmeras está conectada com um dos dois módulos em execução enquanto o protótipo está ativo. Estes módulos conectam-se por *sockets* e são denominados: módulo de captura de objeto e módulo de realidade aumentada.

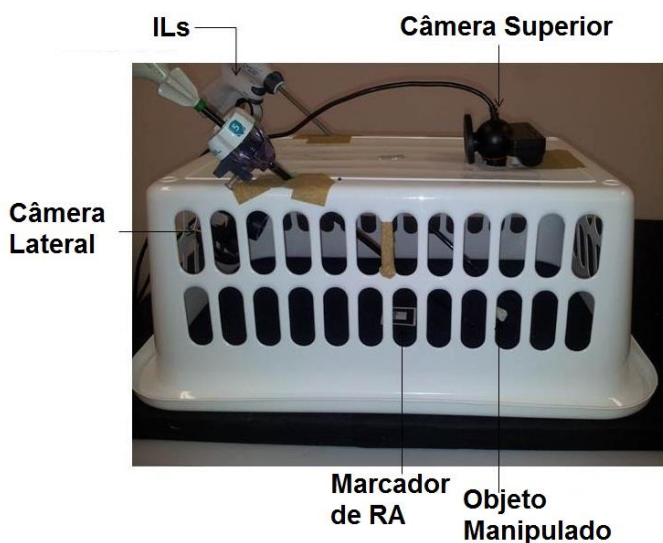


Figura 1. O protótipo desenvolvido

C. O módulo de captura de objeto

O módulo de captura do objeto é realizado em duas dimensões através de um código de processamento digital de imagem simples (escrito em ActionScript 3) que utiliza o contraste entre o objeto manipulado e a parte inferior da caixa. A câmera utilizada no protótipo foi a PS Eye² do console PS3. A mesma foi escolhida por se adequar ao princípio de baixo custo financeiro do projeto, além de possuir resolução adequada e boa velocidade para captura e atualização de quadros.

Basicamente, o código processa cada quadro capturado pela câmera superior do protótipo, aumentando o brilho do mesmo ao máximo e - com um *threshold* definido empiricamente - transforma tudo em preto ou branco. Desta forma, tudo o que é preto é tratado como sendo o fundo da caixa e tudo o que for branco é tratado como o objeto sendo manipulado. Assim, o centro do(s) objeto branco é definido como sua posição no ambiente 2D. No fim do processamento, os dados de processamento da posição do objeto são transferidos via *sockets* para o módulo de realidade aumentada, que assim tem conhecimento de quando o objeto passou através dos alvos com sucesso. A Figura 2 mostra o módulo de captura do objeto executando com o movimento de um objeto real sendo mapeado em um objeto virtual (a esfera).

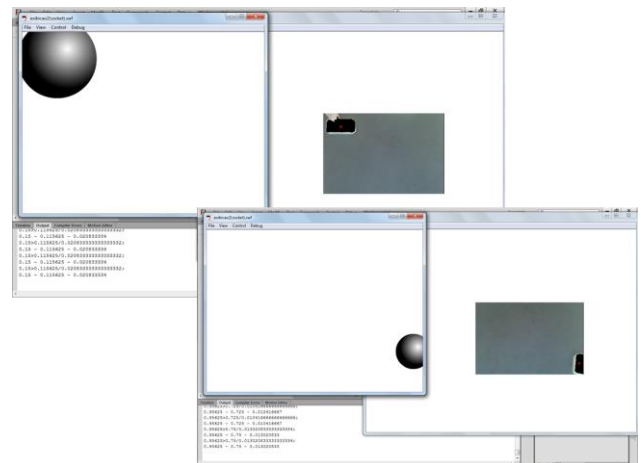


Figura 2 – O módulo de captura do objeto – visão da câmera superior

D. O módulo de Realidade Aumentada

O módulo de RA utiliza a biblioteca NyARToolkit³ e Unity3D⁴ para introduzir elementos de RA na visão do usuário do protótipo (visão da câmera lateral) a partir de um marcador posicionado no plano de trabalho do aprendiz. A visão do

usuário do protótipo, já com a inserção dos elementos de RA, pode ser vista na Figura 3.

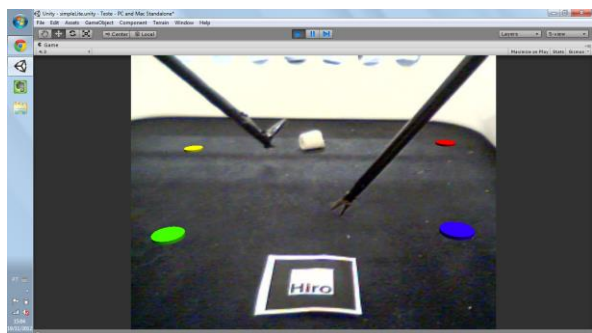


Figura 3 – Visão do usuário – visão da câmera lateral

A adição dos elementos de RA – alvos, neste caso – é feita para possibilitar a gamificação da experiência do treinamento de habilidades para laparoscopia.

E. Design da atividade do protótipo

A primeira habilidade implementada no protótipo foi a de navegação de um objeto nos planos horizontais e longitudinais (ver a Figura 3).

A interação no jogo inicia-se com uma mensagem na tela que pede ao jogador que utilize os ILs para erguer o objeto que está no chão da caixa e posicioná-lo em uma área central marcada na tela. Após o objeto permanecer nesta área por dois segundos, é emitido um sinal sonoro para o jogador e os alvos em RA são posicionados na tela. Em seguida é solicitado ao usuário que passe os objetos, utilizando os ILs, pelos alvos na seguinte ordem: amarelo, vermelho, azul e verde. Para cada um dos alvos, é emitido um sinal sonoro quando o usuário passa o objeto manipulado por lá corretamente. Uma vez que o usuário passa por todos os alvos, na ordem correta, a tarefa (e o protótipo) se encerra. O tempo para realizar a tarefa completa é capturado e salvo no *log* da aplicação.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Neste artigo, foi apresentado um protótipo inicial de extensão dos simuladores de laparoscopia de baixo custo, utilizando técnicas de Gamificação e métodos de Realidade Aumentada. Testes funcionais com o protótipo desenvolvido foram realizados e atestaram o correto funcionamento do jogo.

É importante ressaltar que, apesar de alguns elementos já estarem presentes, como a existência de um objetivo e de uma mecânica de movimentação, este protótipo ainda não é um jogo completo. Como um dos trabalhos futuros, é necessário a definição de níveis e o design de interfaces e de áudio para o jogo. As próximas etapas de evolução do jogo passam pelo planejamento do treinamento para outras habilidades das CMIs.

Outros trabalhos futuros surgem do fato de que as escolhas feitas no desenvolvimento deste protótipo pretendiam manter

os conceitos tão simples quanto possível. No módulo de captura do objeto, por exemplo, a câmera foi colocada em uma linha perpendicular à área de trabalho para tornar os cálculos matemáticos adicionais desnecessários. Igualmente, a linguagem de programação escolhida foi a que os desenvolvedores já tinham familiaridade. Algumas melhorias naturais neste módulo são a de portar o código para o motor Unity3d (eliminando a necessidade dos dois módulos comunicarem-se via *sockets*) e inserir uma terceira câmera colocada ao lado da caixa para a realização da captura da posição tridimensional do objeto.

REFERENCES

- [1] COLES, T.R.; MEGLAN, D.; JOHN, N., "The Role of Haptics in Medical Training Simulators: A Survey of the State of the Art," Haptics, IEEE Transactions on , vol.4, no.1, pp.51,66, Jan.-Feb. 2011
- [2] BOTDEN SM, JAKIMOWICZ JJ. What is going on in augmented reality simulation in laparoscopic surgery? Surg Endosc. 2009 Aug;23(8):1693-700.
- [3] LOUKAS C, NIKITEAS N, KANAKIS M, GEORGIU E. Deconstructing laparoscopic competence in a virtual reality simulation environment. Surgery. 2011 Jun;149(6):750-60.
- [4] CROCHET P, AGGARWAL R, DUBB SS, ZIPRIN P, RAJARETNAM N, GRANTCHAROV T, ERICSSON KA, DARZI A. Deliberate practice on a virtual reality laparoscopic simulator enhances the quality of surgical technical skills. Ann Surg. 2011 Jun;253(6):1216-22.
- [5] GURUSAMY K, AGGARWAL R, PALANIVELU L, DAVIDSON BR. Systematic review of randomized controlled trials on the effectiveness of virtual reality training for laparoscopic surgery. Br J Surg. 2008 Sep;95(9):1088-97.
- [6] PONSKY TA, PONSKY JL. Advances in minimally invasive surgery. Gastroenterology. 2009 Apr;136(4):1171-3.
- [7] KHINE M, LEUNG E, MORRAN C, MUTHUKUMARASAMY G. Homemade laparoscopic simulators for surgical trainees. The Clinical Teacher. Vol. 8, Num 2, pp 118–121, June 2011.
- [8] LAHANAS V, LOUKAS C, NIKITEAS N, DIMITROULIS D, GEORGIU E, 'Psychomotor skills assessment in laparoscopic surgery using augmented reality scenarios', In Proc. of the 17th Intl. Conf. on Signal Proc., Corfu, Greece, 2011.
- [9] VAN DONGEN KW, AHLBERG G, BONAVINA L, CARTER FJ, GRANTCHAROV TP, HYLTANDER A, SCHIJVEN MP, STEFANI A, VAN DER ZEE DC, BROEDERS IA. European consensus on a competency-based virtual reality training program for basic endoscopic surgical psychomotor skills. Surg Endosc. 2011 Jan;25(1):166-71.
- [10] VON WEBSKY M W, VITZ M, RAPTIS D A, ROSENTHAL R, CLAVIEN P A, HANLOSER D, "Basic laparoscopic training using the Symbionix LAP Mentor: Setting the standards in the novice group", In Journal of Surgical Education, 69(4):459-67, 2012.
- [11] KAPP K.M. The gamification of learning and instruction. Wiley, San Francisco (2012)
- [12] DOMÍNGUEZ A et al. Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes, Computers & Education, Volume 63, April 2013, Pages 380-392, ISSN 0360-1315
- [13] VAN KREVELEN D. W. F., POELMAN R. A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations The International Journal of Virtual Reality, Vol. 9, No. 2. (June 2010), pp. 1-20