

Ambiente de treinamento virtual de cirurgia artroscópica de joelho

Abstract - From technological advances in medicine, orthopedic surgeons now count with arthroscopy, a surgical procedure that allows the physician to visualize, diagnose and treat problems inside a joint, so minimally invasive, reducing the appearance of trauma, reducing pain and time recovery of the patient.

This study demonstrated the possibility of developing a virtual training environment for arthroscopic surgery of the knee close to reality and true to surgical procedures. Besides practicing the arthroscopic procedure, the virtual reality simulator, is also an educative tool, where the user has the possibility to visualize the shape of the knee and the tools used in the surgical procedure.

Keywords - *Virtual reality, arthroscopy, training*

Resumo - A partir de avanços tecnológicos na medicina, os ortopedistas contam hoje com a artroscopia, procedimento cirúrgico que permite ao médico visualizar, diagnosticar e tratar problemas dentro de uma articulação, de modo minimamente invasivo, diminuindo o surgimento de trauma, reduzindo a dor e o tempo de recuperação do paciente.

Este trabalho comprovou a possibilidade de desenvolver um ambiente de treinamento virtual de cirurgia artroscópica de joelho próximo a realidade e fiel aos procedimentos cirúrgicos. Além de praticar o procedimento artroscópico, o simulador de realidade virtual, também é uma ferramenta educativa, onde o usuário tem a possibilidade de visualizar o formato do joelho e as ferramentas utilizadas no procedimento cirúrgico.

Palavras chave: - *Realidade Virtual, artroscopia, treinamento*

I. INTRODUÇÃO

Durante vários anos a medicina tem como missão estudar e salvar vidas, através da busca incansável de novos métodos e recursos que facilitem os procedimentos cirúrgicos. A artroscopia é o resultado da evolução em pesquisas de diagnóstico e tratamento de problemas dentro de uma articulação de forma minimamente invasiva, resultando na diminuição do surgimento de traumas e redução no tempo de recuperação do paciente.

Por se tratar de um procedimento menos invasivo, realizado através de pequenas incisões no joelho do paciente, a limitação de mobilidade, o restrito campo de visão e a ausência de coordenação entre o que se vê no visor e o que se executa com as mãos, podem facilmente causar lesões ao paciente, logo são exigidos do cirurgião habilidades como coordenação e precisão na manipulação dos instrumentos cirúrgicos, demandando do médico cirurgião muito treinamento.

Sistemas de Realidade Virtual (RV) vem sendo desenvolvidos para a área de medicina e as mais variadas aplicações médicas, como educação, treinamento, diagnóstico, segunda opinião e planejamento cirúrgico. Soluções em RV são excelentes alternativas para capacitação de estudantes e profissionais à realizarem procedimentos cirúrgicos de Artroscopia, devido ao baixo custo, segurança e maior proximidade da realidade.

O resultado esperado neste artigo é o desenvolvimento de um sistema simulador de cirurgia do joelho, utilizando RV para realização de um procedimento rápido e minimamente invasivo, oferecendo segurança e baixo custo.

II. TRABALHOS CORRELATADOS

Uma grande quantidade de pesquisas envolvendo Realidade Virtual (RV) aplicada à medicina tem recebido uma considerável atenção nos últimos anos, especialmente quando se trata de treinamento clínico ou cirúrgico. [1] A maior vantagem de simuladores cirúrgicos utilizando RV consiste em permitir que o usuário pratique um procedimento cirúrgico sem risco de prejudicar o paciente. Para tal efeito, o usuário deve acreditar que o ambiente do simulador corresponde a um procedimento real, permitindo um alto nível de interatividade e reação às tomadas de decisão do usuário. [1]

A. *Biopsia por Agulha de Nódulos da Glândula Tireoide*

Algumas ferramentas de simulação cirúrgica, como o Simulador de RV para o treinamento de Biopsia por Agulha de Nódulos da Glândula Tireoide [1] que tem como objetivo, reproduzir a biopsia por agulha fina, trata de um procedimento importante na investigação de tumores. Este método minimamente invasivo e de baixo-custo, é ideal para diagnósticos precisos em caso de nódulos da glândula tireoide.

O simulador desenvolvido nesta pesquisa é uma ferramenta capaz de fornecer ao usuário, a sensação de realmente estar efetuando este procedimento, pois além de visualizar um modelo da tireoide para sentir sua textura, este sistema oferece um modelo completo do pescoço com todos os seus órgãos internos, podendo ser visualizado de diferentes ângulos, em diferentes disposições.

O sistema possui duas interfaces, sendo a primeira um modelo tridimensional, com a visualização virtual da tireoide e suas mediações, cuja interação do usuário sendo realizada através de um dispositivo háptico e o teclado. E a segunda, uma interface que simula o exame de ultrassom do paciente, contendo suas condições antes da cirurgia ser realizada, esta interação é apenas realizada através do mouse. As duas interfaces têm total comunicação durante todo o processo que é mostrado em um segundo monitor, substituindo a função do supervisor, orientando o usuário durante o treinamento.[1]

B. Uma ferramenta de treinamento de realidade virtual para o tratamento da deficiência artroscópica do joelho

Hollands e Trowbridge [2] propuseram e desenvolveram em 1996 uma aplicação de RV para treinamento do procedimento artroscópico de cirurgia de joelho. Mesmo com os avanços de hardware daquela década, Hollands e Trowbridge optaram por desenvolver a aplicação em uma máquina com recursos de hardware extremamente reduzidos e consequentemente, de baixíssimo custo.

Para que a sensação de realismo se assemelhasse as técnicas de treinamento da época, uma perna artificial e uma réplica dos instrumentos foram utilizadas, desta forma cirurgiões poderiam trabalhar de forma semelhante a que um processo de treinamento real propunha, reproduzindo texturas e até mesmo ruídos provenientes do procedimento.[2]

III. ARTROSCOPIA

A artroscopia que vem do grego “Arthroskopein”, (Arthro – articulação e skopein – olhar para), olhar dentro da articulação [3]. É um procedimento cirúrgico pelo qual a estrutura interna de uma articulação é examinada para diagnóstico ou tratamento com um aparelho de tubo chamado artroscópio. A artroscopia foi popularizada na década de 1960, hoje em dia, comum em todo o mundo. Tipicamente, é realizado por cirurgiões ortopédicos em um ambulatório onde geralmente, os pacientes podem voltar para casa logo após o procedimento.

As patologias frequentemente tratadas artroscopicamente são as lesões dos meniscos, dos ligamentos cruzados, da cartilagem articular (traumática e degenerativa) e realização de biópsias. O menisco é uma fibrocartilagem (tecido de consistência amolecida) em forma de “c”, que serve como amortecedor ou bucha de ajuste no joelho. Existe um menisco medial (do lado interno) e um lateral (face externa). Suas principais funções são estabilizar a articulação e distribuir a carga.

A lesão no menisco ocorre principalmente quando o joelho se “dobra” e “gira”, fazendo com que essa estrutura seja esticada ao extremo ocasionando sua ruptura. O menisco interno é o que está mais sujeito à lesão, atrapalhando o funcionamento e movimento. Os sintomas mais frequentes a esse tipo de lesão são: dor ao agachar, dor ao se movimentar após um repouso prolongado, dor durante longas caminhadas e bloqueios ou sensação de travamento.

A. Procedimento Cirúrgico da Artroscopia

O procedimento cirúrgico da Artroscopia remete a realização de três pequenas incisões na pele do paciente, de aproximadamente 1 cm, realizada por um cirurgião ortopédico. O paciente estará sob efeito anestésico, que pode ser geral, peridural ou local. Caso seja anestesia local, é possível, se assim o paciente desejar, assistir ao procedimento cirúrgico através de um monitor.

Após feitas as incisões, pela primeira via será injetado uma solução estéril para melhor visualização da articulação e para aumento do espaço onde será introduzido o Artroscópio[3]. Na segunda via será introduzido este tubo com espessura de 4 mm, que possui uma câmera na sua extremidade, este que ficará na

parte interior da articulação. E na terceira via serão introduzidos alguns instrumentos necessários para a correção de tal problema. O tempo da cirurgia varia de acordo com a complexidade do problema, bem como, o tempo de recuperação do paciente.

B. Instrumentos e materiais utilizados na Cirurgia de Artroscopia

Na cirurgia de Artroscopia são utilizados instrumentos e materiais cirúrgicos também comuns a outras cirurgias, tais como, o bisturi que utilizado para os pequenos cortes, precisos para introduzir os aparelhos durante o procedimento operatório, pinças, os sacos de soro e o seu devido suporte, os fios para sutura e tesoura para finalização [3]. E são utilizados obviamente os aparelhos específicos para a cirurgia Artroscópica, variando de acordo com o local a ser operado, sendo esses, o Obturador para penetração da articulação, bainha de artroscópio e de saída do soro, o artroscópio, uma câmara de fibra óptica, um cabo de fonte de luz, punch (pinça artroscópica, que tem como uma das funcionalidades, a remoção de cartilagens danificadas) de vários tamanhos, orientações e inclinações e ganchos apalpadores.

C. Método de aprendizado tradicional X proposto

Técnicas de treinamento atuais para cirurgia minimamente invasiva englobam uma série de métodos diferentes. Por exemplo triangulação, a capacidade de obter a câmara e uma ferramenta para o mesmo ponto a partir de diferentes pontos de entrada, podem ser aprendidas através da inserção do equipamento através do lado de uma caixa de cartão. Procedimentos simples também podem ser inicialmente praticada usando o mesmo sistema, por exemplo, a habilidade de incisão é frequentemente praticada por uma casca de uva no interior da caixa[2].

As formas mais realistas de formação são oferecidas através da utilização de modelos físicos e cadáveres. Modelos físicos recriam as principais características da anatomia através de materiais sintéticos. Modelos físicos simples do joelho podem não ser muito mais do que a tíbia e o fêmur, realizada em conjunto por dois pedaços de corda que representam os ligamentos cruzados. Modelos joelho físicos sofisticados contêm a maioria dos ligamentos e tendões disponíveis, os meniscos, patela e cercam com o músculo artificial e pele sintética. A constante necessidade de reparação e manutenção significa que as utilizações de modelos físicos podem ser tanto caro e demorado[2].

Os procedimentos descritos na Parte II ajudam a reduzir o custo de treinamento deste procedimento, fazendo o uso de ferramentas hápticas, uma perna artificial e uma réplica dos instrumentos usados na cirurgia artroscópica. Ainda assim é possível reduzir ainda mais o custo de um treinamento deste tipo de cirurgia utilizando métodos mais didáticos e com aplicação em larga escala.

IV. REALIDADE VIRTUAL

A Realidade Virtual (RV) é antes de tudo, uma “interface avançada do usuário” para acessar aplicações executadas no computador, tendo como características, a visualização e movimentação de objetos em ambientes tridimensionais em tempo real e a interação com elementos desse ambiente. Além da visualização em si, a experiência do usuário de RV pode ser enriquecida pela estimulação dos demais sentidos, como tato e audição[8].

A interação do usuário com o ambiente virtual é um dos aspectos importantes da interface, e está relacionada com a capacidade do computador detectar as ações do usuário, e reagir instantaneamente, modificando aspectos da aplicação. A possibilidade de o usuário interagir com um ambiente virtual tridimensional realista em tempo real, vendo as cenas serem alteradas como resposta aos seus comandos, característica dominante nos videogames atuais, torna a interação mais rica e natural, propiciando maior engajamento e eficiência[8].

Imersão envolve a sensação de estar em outro ambiente ou estar vendo o mundo sob outro ponto de vista. Não está necessariamente vinculada à RV, pois podemos falar em “imersão mental”, quando nos sentimos dentro de uma história narrada por um livro ou por um filme no cinema [7]. A RV envolve a “imersão física”, que é o sentimento de estar com o corpo dentro desse outro ambiente. Para isso, estímulos gerados pela tecnologia são enviados ao corpo que está imerso. Isso não quer dizer necessariamente que todo o corpo está imerso, ou que todos os sentidos são estimulados. [7].

A Realidade Virtual pode ser classificada em função do senso de presença do usuário, em imersiva ou não-imersiva. A realidade virtual é imersiva, quando o usuário é transportado predominantemente para o domínio da aplicação, através de dispositivos multissensoriais, que capturam seus movimentos e comportamento e reagem a eles, provocando uma sensação de presença dentro do mundo virtual [8]. A realidade virtual é categorizada como não-imersiva, quando o usuário é transportado parcialmente ao mundo virtual, através de uma janela (monitor ou projeção), mas continua a sentir-se predominantemente no mundo real [8].

A. Realidade virtual aplicada à medicina

Inicialmente, os sistemas computacionais utilizando Computação Gráfica para a medicina, visavam a reconstrução de órgãos ou partes do corpo humano, para estudo da anatomia ou visualização. [5] A RV aplicada à medicina permitiu a interação dos usuários com os objetos visualizados e a observação das propriedades destes objetos, unindo os sistemas de aquisição de imagens aos sistemas de visualização.

A RV oferece um grande potencial como tecnologia para treinamento, baseado em simulação com equipamentos eletrônicos. O ambiente realista visual que esta tecnologia oferece juntamente com suas formas de interação intuitiva torna atraente para uma variedade de aplicações de treinamento. [4] Esta tecnologia permite que os cirurgiões/estudantes de medicina pratiquem centenas de procedimentos, antes mesmo do contato com o paciente. Representar a informação em três dimensões ao invés de duas,

fornece aos cirurgiões/estudantes de medicina, as ferramentas que ajudaram na criação de um diagnóstico mais preciso ou planejamentos cirúrgicos mais eficientes

Esses sistemas têm a capacidade de coletar grandes quantidades de dados de imagens em alta resolução. Greenleaf separa em 12 categorias, as atuais e emergentes aplicações de RV na área de medicina [5].

- Treinamento Cirúrgico
- Planejamento Pré-Operatório
- Sistemas de Cirurgia Assistida
- Diagnostico Interativo 3D
- Planejamento e controle no tratamento por radiação
- Ensino
- Visualização 3D para telemedicina
- Telecirurgia
- Reabilitação e Medicina no Esporte
- Soluções para deficiência
- Avaliação Neurológica
- Saúde comportamental e mental

O Treinamento Cirúrgico é um sistema de simulação em RV, onde é possível treinar e ensaiar procedimentos cirúrgicos com instrumentos realistas, podendo ou não, fornecer um *feedback* ao cirurgião/estudante de medicina.

V. DESENVOLVIMENTO

O ambiente de desenvolvimento para sistema de treinamento virtual é primeiramente um ambiente totalmente “livre”, ou seja, são utilizados softwares livres para modelagem, programação, etc. Para a edição e animação dos modelos foi utilizado o Blender 3D, que possui um motor de jogo integrado ao seu sistema de modelagem/animação e suporte a linguagem “Python” (linguagem utilizada para o desenvolvimento deste protótipo), o que foi um fator determinante para a escolha deste software, pois uma única ferramenta capaz de suprir todas as necessidades relacionadas a criação de um jogo, torna sua produção eficiente e ágil.

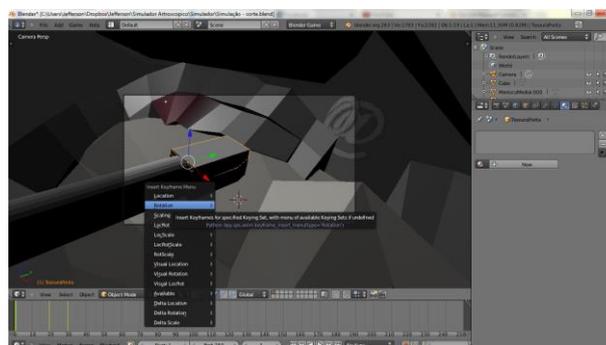


Fig. 1. Inserção de KeyFrame com visão interna do joelho

O modelo Desenvolvimento Espiral foi escolhido devido à possibilidade de retornar (retroceder) as fases do desenvolvimento através de ciclos bem definidos, além de permitir considerar a velocidade de desenvolvimento, garantindo a qualidade do simulador a cada nova versão gerada. Com isso foi possível manter o máximo de segurança no cumprimento dos prazos e garantiu uma maior flexibilidade na alteração dos requisitos do sistema.

VI. AMBIENTE VIRTUAL DE TREINAMENTO

Este projeto foi proposto para desenvolver um simulador de cirurgia artroscópica de joelho, em um ambiente em 3D com visão estereoscópica, para uma maior imersão no sistema de treinamento.

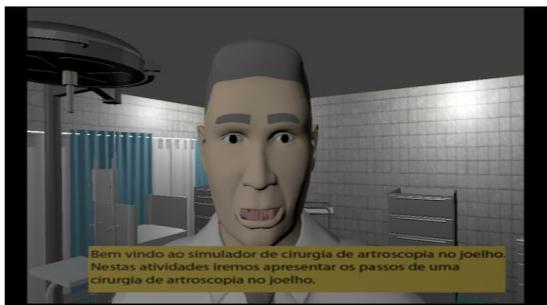


Fig. 2. Personagem com a boca aberta para animação e sincronização labial.

O ambiente tem como objetivo auxiliar na instrução de novos cirurgiões, a fim de introduzi-los em um ambiente imersivo. Os usuários deste sistema são, principalmente, médicos cirurgiões recém-formados ou em processo de formação que estejam se preparando para um real desafio. Trata-se de um sistema monousuário e com um mecanismo de metas aos usuários, onde os mesmos terão de cumprir objetivos pré-definidos pelo sistema.

O sistema permitirá que o usuário execute as etapas do procedimento padrão de cirurgia de joelho. O simulador apresenta uma característica muito conhecida nos jogos de tiro em primeira pessoa encontrados no mercado.



Fig. 3. Sala Cirúrgica com o objeto paciente.

Este simulador apresenta as etapas da cirurgia artroscópica do joelho divididas em missões. Cada missão apresenta uma série de objetivos que devem ser atingidos para que o usuário possa avançar à próxima missão (etapa) da cirurgia. Dentre as etapas, estão dentre elas:

- Incisões
- Visualização do Menisco
- Remoção da cartilagem danificada
- Limpeza Interna
- Remodelagem do Menisco
- Higienização e Esterilização

Além disso, o usuário poderá visualizar livremente a anatomia do joelho, passeando pelas vias internas e visualizar as lesões que serão corrigidas no procedimento artroscópico.

A interação é feita através de mouse e teclado afim de atingir o máximo de usuários sem a necessidade de hardware específico, contudo a implementação de ferramentas hápticas ou novas formas de interação com a aplicação podem ser desenvolvidas para se adaptar a necessidade do usuário.

Por se tratar de uma aplicação guiada com etapas bem definidas, o usuário não terá a liberdade efetuar manobras não planejadas pela aplicação, apenas executar os passos programados e acompanhar a execução de um procedimento padrão, sem qualquer tipo de imprevisto ou ações não esperadas.

Em virtude dos altos custos dos treinamentos e falta de disponibilidade de certos tutores durante o processo de aprendizagem do novo cirurgião, esta ferramenta não tem como objetivo substituir o treinamento efetuado em cadáveres, mas auxiliar no processo de aprendizagem do procedimento.

VII. RESULTADO E TRABALHOS FUTUROS

A pesquisa apresentada neste artigo permitiu formular e criar o desenvolvimento do ambiente virtual para simulação de cirurgia do joelho (Artroscopia).

Foi desenvolvida com base em uma pesquisa aplicada, onde o conteúdo permitiu a criação de uma ferramenta capaz de simular o assunto proposto. Com referências em trabalhos correlatados, a pesquisa se desenvolveu de forma exploratória, com conteúdo bem definido. Após o levantamento dos trabalhos semelhantes e as técnicas, assim como, as ferramentas a serem utilizadas, foram desenhados diagramas e ideias de como seria o projeto proposto.

Conclui-se que, a viabilidade do projeto com baixíssimo custo se tornou possível com o que foi idealizado no início do projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] Souza, Ilana de Almeida. “Simulador de Realidade Virtual para o Treinamento de Biópsia por Agulha de Nódulo da Glândula Tireóide” 2007.
- [2] Hollands, R J; Trowbridge, E A. “A virtual reality training tool for the arthroscopic treatment of knee disabilities,” IN Proc. 1st Euro. Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech., Maidenhead, UK, 1996.
- [3] Beça, José Mário. “Artroscopia.” Clínica Mario Beça. São Paulo. Disponível em

- http://www.clinicamariobeca.com/pagina/uploads/_fckeditor/file/artroscopia.pdf [Acesso em novembro 2012]
- [4] SORID,D. ; MOORE, S. K.. “The Virtual Surgeon” 2000.
- [5] Greenleaf, A. “Getting a grip on the CTD of Pol II”, 2003
- [6] ANJOS, Gabriel C. P dos; COSTA, Victor M. da. “Maquete Digital Interativa (MDI)
- [7] RAPOSO, A.B ; SZENBERG,F e GATTASS M. Visão estereoscópica, Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Colaboração, 2004
- [8] Tori, Romero; Kirner, Claudio; Siscoutto, Robson. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada, 2006