

Serious Games Baseados em Realidade Virtual para Educação Médica

Serious Games Based on Virtual Reality in Medical Education

Liliane dos Santos Machado^I

Ronei Marcos de Moraes^I

Fatima de Lourdes dos Santos Nunes^{II}

Rosa Maria Esteves Moreira da Costa^{III}

PALAVRAS-CHAVE

- Ensino
- Jogos de Vídeo
- Educação
- Informática

KEYWORDS

- Teaching
- Video Games
- Training
- Informatics

RESUMO

A evolução tecnológica tem permitido utilizar novas abordagens no processo de ensino-aprendizagem. Os serious games se relacionam com uma categoria especial de jogos, voltados a conteúdos e finalidades específicos, nos quais o jogador utiliza seus conhecimentos para resolver problemas, conhecer novas problemáticas e treinar tarefas. Uma das tecnologias propícias à construção de serious games é a Realidade Virtual, que oferece ambientes computacionais tridimensionais com formas avançadas de interação capazes de prover maior motivação ao processo de aprendizagem. No contexto da educação médica, tais aplicações apresentam um nicho ainda pouco explorado, se observados sua relevância e impactos na sociedade. Este artigo apresenta os serious games baseados em Realidade Virtual como uma proposta para o ensino de conteúdos específicos da área médica. Para isso, categoriza-os e apresenta o que tem sido desenvolvido nos últimos anos, seus componentes, características de desenvolvimento e suas potencialidades como oportunidades de pesquisa, desenvolvimento e negócios.

ABSTRACT

Technological innovations have allowed new approaches in educational processes. "Serious games" are a particular category of games and content devoted to specific purposes, in which players use their knowledge to solve problems, learn new issues, and train tasks. One of the technologies for developing serious games is virtual reality, which offers 3D computer environments with advanced interaction capable of providing high levels of motivation in the learning process. In the context of medical education, such applications present a niche that has received relatively little attention, considering their relevance and potential impact on society. This article presents serious games based on virtual reality as a proposal for teaching specific contents in the medical field. The article categorizes such games and discusses how they have been developed in recent years, their components, characteristics of development, and potential and opportunities for research, development, and business.

Recebido em: 09/06/2010

Reencaminhado em: 23/08/2010

Aprovado em: 04/10/2010

^I Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil.

^{II} Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

^{III} Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico experimentado nos últimos anos tem transformado e contribuído para a melhoria da prestação de serviço em diversas áreas. No contexto educacional, novos sistemas e equipamentos têm sido utilizados com o objetivo de favorecer processos educacionais em ambientes realistas e interativos. Na última década, a abordagem educacional baseada em jogos eletrônicos tem se destacado por unir aspectos lúdicos a conteúdos específicos, motivando o processo de aprendizado. Estes jogos com propósito e conteúdo específicos são conhecidos como *serious games* e permitem apresentar novas situações, discutir soluções, construir conhecimentos e treinar atividades particulares.

O mercado também tem apontado o forte crescimento da indústria de jogos eletrônicos, o que torna sua produção uma atividade promissora (www.abragames.org). Adicionalmente, a necessidade de conteúdo educacional para as novas mídias (computadores, *iPads*, celulares e TV digital) apresenta um extenso campo para pesquisa e desenvolvimento, demandando a união multidisciplinar de profissionais para a produção das aplicações.

Um dos setores que tem se beneficiado dos *serious games* é o da Medicina. As dificuldades encontradas na obtenção de materiais de laboratório, validação de produtos e treinamento de pessoal tornam tais jogos um importante aliado do ensino na área médica, podendo beneficiar tanto alunos quanto profissionais. Para que um *serious game* seja adequado à educação médica, é importante que ele reproduza com realismo as situações vivenciadas no cotidiano, ou seja, no mundo real. Com a tecnologia da Realidade Virtual (RV), é possível simular computacionalmente ambientes reais, de modo a recriar cenários e situações vivenciadas no cotidiano da medicina.

Este artigo apresenta os *serious games* baseados em RV como uma relevante ferramenta para a educação médica, explicitando suas categorias, características e aplicações. Também mostra como a área médica tem utilizado esses jogos, destacando carências e lacunas que evidenciam oportunidades de pesquisa e desenvolvimento.

SERIOUS GAMES E REALIDADE VIRTUAL

A sociedade tem experimentado uma categoria particular de jogos, desenvolvida para abordar aspectos que transcendem o entretenimento. Apesar de não haver uma definição precisa do termo *serious games*, essa classe de jogos visa, principalmente, simular situações práticas do dia a dia, com o objetivo de proporcionar o treinamento de profissionais, a tomada de decisão em situações críticas, a conscientização de crianças, jovens e adultos, e a educação em temas específicos¹. Tais jogos,

conhecidos como *serious games*, utilizam a conhecida estratégia da indústria de jogos para tornar essas simulações mais atraentes, ao mesmo tempo em que oferecem atividades que favorecem a construção de conceitos e a estimulação de funções psicomotoras. Deste modo, o termo *serious games* passou a ser utilizado para identificar os jogos com um propósito específico, ou seja, jogos que extrapolam a ideia de entretenimento e oferecem outros tipos de experiências, como aquelas voltadas ao aprendizado e ao treinamento².

O avanço no desenvolvimento de equipamentos e dispositivos permitiu a inserção de novas características nas aplicações computacionais e a expansão da RV como uma área da computação que engloba três conceitos fundamentais: interação, imersão e envolvimento. As aplicações computacionais que utilizam RV são capazes de responder às ações dos usuários de forma interativa em ambientes tridimensionais. Em geral, há um esforço para aproximar o usuário do ambiente computacional, oferecendo interação por meio de dispositivos que capturam os movimentos de forma natural. A imersão consiste em fazer com que o usuário se sinta presente no ambiente tridimensional. O envolvimento, por sua vez, se relaciona à capacidade que a aplicação computacional apresenta para motivar o usuário a realizar determinada atividade³, através da estimulação de seus sentidos.

De forma a localizar temporalmente o surgimento dos *serious games*, pode-se dizer que seu advento ocorreu nos anos 1980, com os simuladores desenvolvidos pelos Estados Unidos para a área militar. Assim, considerando-se que a RV nasceu com os simuladores de voo na II Guerra Mundial, deduz-se que ela surgiu a partir de um conceito de *serious games*, embora tal denominação ainda não tivesse sido cunhada. Hoje, há no mercado vários simuladores de voo e de combate, empregados como ferramenta para o treinamento de pilotos de aviação civil, conferindo-lhes experiência para que estejam aptos a pilotar aviões. O deslocamento em campos de batalha e a manipulação de veículos militares são outros exemplos de aplicações da RV na área de treinamento¹.

Atualmente, os *serious games* que exploram a tecnologia de RV utilizam recursos computacionais específicos, que oferecem realismo e interatividade em tempo real. A visualização estereoscópica, que fornece profundidade às imagens gráficas do computador; os dispositivos de interação, como luvas e o Wii, além do tradicional uso do *mouse* e do teclado; a solução de problemas de processamento gráfico (*rendering*) e de modelagem tridimensional de objetos; e o uso de métodos de simulação física para deformação visual de materiais são exemplos de características comuns aos *serious games* e à RV. Neste caso, a crescente difusão dos *serious games* expande também,

os avanços da RV para a sociedade ao trazer aplicações que motivam a assimilação e a (re)construção de novos conceitos em contextos similares aos do mundo real.

Para fins de treinamento, os *serious games* são aplicados para simular situações críticas que envolvam algum tipo de risco, tomada de decisões ou, ainda, para desenvolver habilidades específicas. Para fins de ensino-aprendizagem, podem-se simular situações em que o uso de um conhecimento seja necessário para a evolução no jogo. Em alguns casos, ensino e treinamento podem ser combinados para simular situações em que se aprende algo para utilizar na própria simulação, instantes depois. Desta forma, pode-se dividir a finalidade destes jogos, quando voltados ao ensino-aprendizagem, em três categorias: conscientização, construção de conhecimentos e treinamento.

Os *serious games* voltados para a conscientização têm o objetivo de destacar um novo problema, explorando suas características e apontando as consequências das ações executadas. Nestes jogos, o usuário deve utilizar o raciocínio para driblar as causas do problema ou buscar possibilidades de minimizá-lo, enquanto conhece suas particularidades. A construção de conhecimentos nos *serious games* demanda conhecimentos prévios, que serão integrados para gerar novos cenários de solução do problema, considerando suas particularidades práticas e teóricas. Nesta categoria, o objetivo principal é verificar se o jogador conhece o assunto e sabe identificar ou propor novas soluções, realizando atividades dependentes do conhecimento abordado. Os *serious games* com a finalidade de treinamento também exigirão estas habilidades, mas esta categoria de jogo proverá meios de realizar tarefas repetidas vezes, verificando a acurácia e destreza do jogador. Por sua finalidade, os jogos voltados ao treinamento tendem a apresentar maior realismo e empregar dispositivos especiais na interação com o jogador.

A Inteligência Artificial (IA) é certamente uma das áreas de destaque na criação de *serious games* para fins educacionais. A Inteligência Artificial para jogos se caracteriza por um conjunto de técnicas e métodos que permitem reconhecer os comportamentos do usuário de modo a modificar dinamicamente os desafios apresentados, identificando e classificando seu desempenho⁴. Assim, torna-se possível monitorar as ações do jogador e coletar informações sobre seus movimentos, atitudes e decisões. Tais dados permitirão conhecer a qualificação do usuário no assunto, o que pode ser avaliado por um sistema baseado em IA. Esta funcionalidade é particularmente importante nos jogos voltados ao treinamento.

O QUE COMPÕE UM *SERIOUS GAME*?

O estímulo das funções cognitivas, a motivação e a possibilidade de construção de novos conhecimentos são elementos

fundamentais em um *serious game*. Por se tratar de uma aplicação de propósito específico, seu planejamento demanda o envolvimento de profissionais da área com a qual o conteúdo se relaciona. Assim, se um jogo é voltado para educação médica, é essencial a participação de profissionais de medicina na equipe de desenvolvimento. Estes irão auxiliar a delinear o escopo do jogo, bem como as maneiras mais adequadas de abordar os conteúdos. Em geral, *serious games* baseados em RV exigem a definição dos equipamentos especiais a serem utilizados, avaliando seus benefícios no contexto do jogo. Deste modo, estereoscopia, sensações táteis, vibrações, elementos sobrepostos, monitoramento de movimentos e outras abordagens podem ser utilizados para garantir melhores resultados relacionados ao uso do jogo. Estes elementos também fornecem subsídios para a elaboração do roteiro, com foco no objetivo do jogo. Nos jogos eletrônicos tradicionais, este conjunto de especificações é detalhado em um documento chamado *design bible*, que contém o roteiro do jogo, sua conceituação artística, detalhamentos da jogabilidade e definições da interface.

Nos *serious games*, a *design bible* também é utilizada para guiar todo o processo de desenvolvimento do jogo, contendo suas especificações e também o histórico de sua evolução conceitual. A seguir são detalhados os elementos de uma *design bible*.

a) Roteiro

Como nos roteiros de filmes e comerciais, os roteiros dos jogos são fundamentais para o processo de criação. Além de documentarem o diferencial do jogo criado em relação aos demais jogos existentes, eles devem citar claramente os elementos de entretenimento, desafios ao usuário, tipos e formas de interação (*mouse*, teclado, etc.), modo de visualização, ponto de vista, pessoa do jogo (primeira pessoa ou terceira pessoa), classificação de gênero (raciocínio, estratégia, aventura, etc.), dentre outros.

Nos *serious games*, diferentemente dos roteiros de filmes, é importante haver espaço para a interferência do usuário no desencadeamento da história. O jogo pode utilizar as escolhas do usuário para modificar futuras fases ou desafios, aumentando o nível de dificuldade ou apresentando repetição de conteúdo caso seja observada a não assimilação de algum conceito. Do mesmo modo, as escolhas do usuário podem resultar em um final diferente do jogo. No entanto, é importante salientar que independentemente dos diferentes caminhos previstos no roteiro, deve haver a garantia de que as fases e desafios considerem a totalidade de itens de determinada área. Por exemplo, um jogo voltado ao ensino de anatomia poderia permitir ao usuário explorar as diferentes partes do corpo humano não

necessariamente na mesma ordem, embora deva percorrer todas elas para finalizar o jogo.

Particularmente, nos *serious games* há necessidade de preservar o aspecto lúdico, porém acrescentando-se algo mais. Assim, os conteúdos e estratégias que serão explorados no jogo devem ser descritos em detalhes no roteiro, salientando-se a necessidade de participação contínua dos profissionais da área, propondo, alterando e aprovando as formas de abordagem do conteúdo. A equipe deve, ainda, incluir educadores capazes de auxiliar na definição do enfoque pedagógico mais adequado a cada situação.

b) Conceituação artística (*game design*)

A conceituação artística de um jogo é o seu projeto artístico e gráfico, sobre o qual o roteiro se desenrolará. Diversas possibilidades podem ser estudadas nessa fase, visto que existem várias formas de abordar o mesmo tema. Nesta conceituação, as características dos cenários, os esboços dos personagens e a evolução da história são desenhados em *storyboards* (esboço em papel), deixando mais clara a forma como o usuário verá o jogo final. Uma vez definida, essa conceituação é detalhada por um ou mais artistas, devido à complexidade das histórias e dos cenários.

Deve-se lembrar que os sons que o jogo utilizará serão uma das formas de comunicação com o jogador. Respostas sonoras diferentes para interação com personagens e/ou objetos facilitarão sua identificação. Do mesmo modo, deve-se prever uma trilha sonora para as diferentes fases do jogo e para a sua abertura.

A apresentação visual das fases e os diversos cenários são concebidos nesta etapa de conceituação artística. Utilizando a ideia de um jogo de aprendizagem de anatomia, esta fase corresponderia ao planejamento dos modelos tridimensionais dos órgãos que serão usados, definição de suas cores e texturas, dos sons a serem emitidos em resposta à ação do jogador, bem como dos cenários onde estes estarão contidos.

c) Jogabilidade (*game play*)

Do mesmo modo que a conceituação artística, a jogabilidade tem várias possibilidades para abordar um mesmo tema, sendo descrita a partir de regras do jogo e seu balanceamento (*game balancing*), isto é, os diversos níveis de dificuldade a serem disponibilizados. Tais regras são especificadas pela equipe de desenvolvimento e exploram estratégias e técnicas, originadas da Inteligência Artificial, que serão responsáveis pelo controle do jogo.

Nos casos em que é necessário avaliar o usuário/jogador, essas regras serão levadas em consideração para verificar se

esse usuário conseguiu vencer os desafios do jogo de modo compatível com o esperado. Eventualmente, essa forma de avaliação pode também modificar determinados desafios, de modo que o usuário não possa finalizar o jogo sem que haja uma boa chance de que tenha assimilado determinado conceito⁵.

d) Interface

A interface se refere à forma de comunicação entre o jogo e o jogador, dividindo-se em *ingame* e *outgame*. A interface *ingame* é aquela disponibilizada durante o jogo e é responsável pelo envio de dados do jogador para a aplicação, e vice-versa. A interface *outgame* se caracteriza pela apresentação do jogo, como introdução, instruções, configuração, etc.

A melhor interface é aquela que passa completamente despercebida para o jogador, permitindo que ele se concentre no desenrolar do enredo e de suas ações e reações. Interfaces muito elaboradas podem confundir o jogador ou chamar a atenção mais para si do que para o foco principal do jogo: a interação com a história. Assim, uma interface complexa pode desmotivar o jogador e fazê-lo se desinteressar pelo jogo.

Desenvolvimento do Jogo

Terminada a etapa de planejamento descrita na *design bible*, o desenvolvimento de um jogo se divide em dois caminhos distintos:

- Criação artística: elaboração em *software* dos elementos que serão usados, tais como modelos tridimensionais (3D), texturas, sons e trilha sonora, dentre outros;
- Programação: implementação em *software* do mecanismo lógico do jogo para a integração dos elementos gráficos e das estratégias de controle. Inclui ainda a coordenação de tarefas, tais como gerenciamento da rede para a comunicação com outros jogadores e gerenciamento de sons. Em geral, esta etapa se inicia com o desenvolvimento de um protótipo, ou seja, uma versão preliminar que evoluirá ao longo da implementação.

Após a execução destas duas fases, passa-se à integração dos elementos e à montagem de uma primeira versão do jogo. Essa integração pode não ser trivial e, se as fases anteriores não tiverem sido bem planejadas, vários problemas surgirão. Uma vez concluída a integração, passa-se ao refinamento do *software*, realizando testes sucessivos até eliminar todas as falhas. A fase seguinte é a distribuição do jogo. Em jogos eletrônicos de entretenimento, existem várias distribuidoras comerciais especializadas para a distribuição mundial de jogos.

Entretanto, no caso dos *serious games*, muitas vezes essa fase não existe, pois a encomenda do *software* pode advir de uma empresa ou entidade governamental, que se encarregará de sua distribuição entre repartições ou autarquias.

Outros Componentes

A pormenorização de alguns pontos importantes do desenvolvimento de jogos eletrônicos, pouco explorados nas seções anteriores, merece ser abordada, principalmente no que diz respeito a jogos para educação médica. Um deles é a Inteligência Artificial, que pode ser utilizada em dois momentos em um *serious game*: no controle e comportamento do jogo, bem como na avaliação do jogador. Uma consequência já mencionada é a possibilidade de que, a partir dessa avaliação, o jogo possa se autorreconfigurar para garantir que determinado conceito tenha sido assimilado. A inteligência pode ficar centralizada numa parte específica do *software*, tomando decisões sobre ações específicas do jogador, ou descentralizada nos personagens, permitindo a eles ações isoladas.

Na grande maioria dos jogos, existem dois tipos de personagens: os personagens do jogador (*player character* ou simplesmente PCs) e os personagens controlados pelo computador (*non player character* ou NPCs). No caso dos PCs, o controle, em geral, é do próprio jogador, e o personagem não tem autonomia alguma, respondendo apenas às ações do usuário via teclado, *joystick*, *mouse* ou outro dispositivo. Em oposição, os NPCs são controlados totalmente pelo computador e têm autonomia para responder automaticamente às situações do cenário. Estes controladores são responsáveis também pelo planejamento estratégico e por decisões gerais. Pode-se citar como exemplo o jogo de ensino de anatomia, em que um personagem (PC) representa o jogador e não apresenta aspectos de inteligência predefinida, pois reflete as ações e decisões tomadas pelo jogador. Em contrapartida, um NPC pode apresentar inteligência, que se refletirá em questionamentos e solicitação de execução de tarefas diferenciadas de acordo com as decisões tomadas pelo jogador, simulando o comportamento que um professor teria.

Com respeito à avaliação do jogador, outra inteligência pode monitorar as ações do jogador e verificar se estas ações demonstram o domínio de conceitos ou técnicas necessários para considerá-lo apto a desempenhar uma tarefa. Na educação médica voltada ao treinamento de procedimentos, isto permite avaliar o jogador por meio de ações ou interações específicas ao longo do próprio jogo (perguntas ou passatempos). Assim, dependendo da forma como os escores dessa avaliação evoluam no decorrer do jogo, o mecanismo de avaliação pode se comunicar com o sistema de inteligência central do

jogo e disparar ações específicas de reconfiguração das atividades propostas, sempre visando garantir que determinado conceito importante seja trabalhado.

APLICAÇÕES EM EDUCAÇÃO MÉDICA

O aspecto lúdico e educacional dos *serious games* torna este tipo de jogo uma importante ferramenta para o ensino, treinamento e simulação de práticas médicas. A utilização destes jogos em ambientes realistas baseados em RV pode contribuir para aumentar a motivação do aprendiz, conforme observado por Johnsen *et al.*⁶, cujas pesquisas comprovaram o aprendizado efetivo e a transferência do aprendizado a partir destes ambientes. O uso dos *serious games* para treinamento e simulação tem provavelmente a abordagem mais promissora no contexto da RV. Devido às limitações encontradas no treinamento de procedimentos, o uso de aplicações desta natureza é capaz de prover meios efetivos de treinamento por meio da reprodução de situações reais.

Kanehira e Shoda⁷ desenvolveram um sistema de treinamento para acupuntura usando um humano virtual que considera a posição e a profundidade de cada um dos pontos de contato considerados neste tipo de tratamento. Empregando um dispositivo específico com sensores para simular a agulha real, a aplicação fornece um julgamento dos procedimentos executados durante a realização da simulação. Afirmando que o objetivo de uma simulação é fornecer treinamento realista para aumentar a difusão de procedimentos inovadores e menos invasivos, enquanto diminui a curva de aprendizado do cirurgião, Delinguette e Ayache⁸ elaboraram um sistema computacional para treinamento em cirurgia hepática minimamente invasiva, disponibilizando módulos para planejamento cirúrgico e simulação dos movimentos necessários durante o procedimento. O sistema se destaca pelo realismo oferecido quando ocorre uma interação do usuário. Ainda na linha de simulação, Sorensen e Mosegaard⁹ desenvolveram um trabalho para treinamento de cirurgias cardíacas que visa planejar uma cirurgia em função de dados de exames de um paciente hipotético.

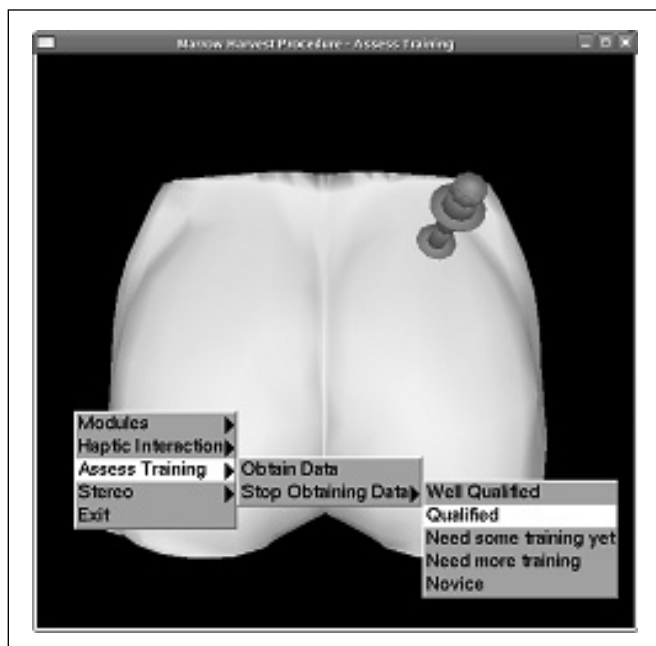
Na mesma linha de simuladores, um sistema para treinar cirurgia de escoliose foi apresentado por Cote *et al.*¹⁰, integrando um sistema biomecânico específico para cada paciente em um ambiente realista, colaborativo e com retorno de sensação de toque. Com o objetivo de simular treinamento de laparoscopia virtual, Soler *et al.*¹¹ apresentaram um sistema que permite visualizar objetos tridimensionais reconstruídos a partir de imagens de tomografia computadorizada ou ressonância magnética. O foco é permitir que o usuário adquira destreza manual, visto que neste tipo de procedimento os movimentos

realizados pelo médico ocorrem no sentido inverso no interior do paciente. Nos simuladores, as pinças utilizadas são dispositivos que oferecem retorno tátil e comunicam ao computador os movimentos do usuário. No ambiente de RV, o usuário visualiza uma representação virtual das pinças, podendo manipular os tecidos e verificar os resultados de suas ações.

A simulação de procedimentos cirúrgicos também está sendo objeto de estudo em grupos de pesquisa brasileiros. Machado¹² desenvolveu um simulador de coleta de medula óssea para treinar profissionais na coleta de material para transplante. Posteriormente, este trabalho foi utilizado como estudo de caso para o desenvolvimento de metodologias de avaliação do usuário¹³ que permitirão tornar *serious games* as aplicações de simulação (Figura 1). Outro trabalho nesta área se relaciona ao desenvolvimento de um simulador de biópsia mamária¹⁴, que disponibiliza objetos para representar a mama e o instrumento médico para realização do procedimento, possibilitando o treinamento de coleta de material (Figura 2). Esta aplicação evoluiu para a simulação de exames de biópsias considerando outras partes do corpo¹⁵. Pesquisadores brasileiros se dedicam ainda a ambientes para exames ginecológicos¹⁶, tratamento ortodôntico¹⁷ e interação com pacientes virtuais construídos a partir de dados provenientes de imagens médicas de pacientes reais¹⁸.

FIGURA 1

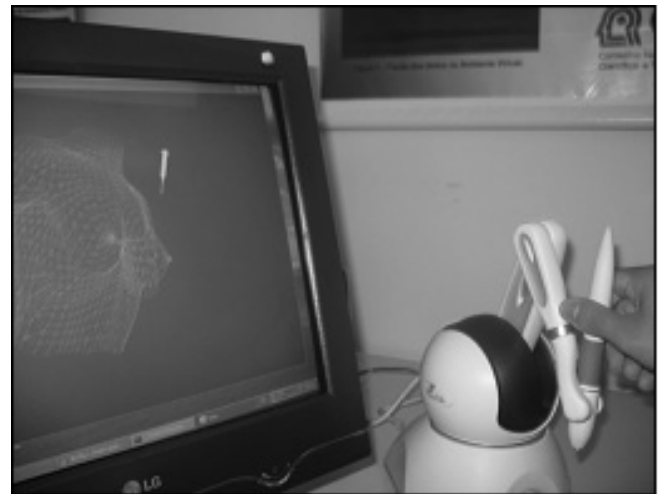
Simulador de coleta de medula óssea baseado em Realidade Virtual



Fonte: Autoria própria.

FIGURA 2

Sistema para realização de biópsia da mama



As aplicações apresentadas são capazes de simular procedimentos importantes para a educação médica, mas ainda não constituem efetivamente um *serious game*, visto que aspectos como pontuação, roteiro e avaliação nem sempre foram considerados. Entretanto, tais sistemas apresentam potencial e evidenciam os esforços nesta linha de trabalho. Alguns grupos já obtiveram sucesso neste sentido. Um jogo para ensinar os passos de uma cirurgia cardíaca foi desenvolvido e está disponível no site <http://www.abc.net.au/science/lcs/heart.htm>. Nele, o usuário pode aprender as ferramentas e etapas envolvidas neste tipo de procedimento, além de precisar obedecer a passos específicos para receber uma pontuação. A mesma abordagem é utilizada pelo jogo *Open Heart*, comercializado pela empresa ISM Inc. O aplicativo é composto por um cenário real no qual o usuário precisa se deslocar, se comunicar com funcionários e realizar procedimentos médicos em um hospital para conseguir operar um paciente. O jogo permite interação e apresenta um cenário tridimensional com pessoas reais, o que torna mais intuitiva a aplicação.

Visando à simulação de negócios, o jogo *Theme Hospital* surgiu em 1997 como o segundo de uma série de jogos de simulação de negócios, que incluía o *Theme Park*, dentre outros. O *Theme Hospital* simula o ambiente de um hospital, onde o usuário pode construir seu estabelecimento, contratar médicos, enfermeiros, etc. e desenvolver seu próprio conceito de administração hospitalar. À medida que o hospital vai se tornando rentável, o usuário deve investir em melhores equipamentos e pesquisar a cura de novas doenças.

Assim como a tecnologia pode ser utilizada na educação médica, observa-se que esta também passa a estar próxima

dos pacientes, podendo estimular boas práticas em saúde e auxiliar processos terapêuticos. Estas novas opções para pacientes oferecem aos médicos possibilidades de estabelecer novas práticas em diagnóstico e terapia, estimulando e motivando os pacientes durante esses processos. O conhecimento dessas ferramentas contribui para a atualização profissional dos médicos, embora elas não constituam ferramentas direcionadas ao profissional em si, mas a seus pacientes.

Os jogos auxiliares de terapias são voltados a pessoas em processo de reabilitação e tratamentos físicos, psicológicos e psiquiátricos. As aplicações mais conhecidas são voltadas ao tratamento de fobias, como medo de altura¹⁹ (Figura 3), de falar em público, de insetos e de direção, dentre outros³. Estas buscam reproduzir situações de medo, de forma a habituar o usuário a elas por meio de experimentação que utiliza uma abordagem de inserção paulatina do objeto da fobia. O uso da RV é bastante comum nestes casos, nos quais dispositivos especiais costumam isolar o usuário da realidade, transportando-o para o mundo virtual. De maneira análoga, a própria realidade pode ser acrescida de itens relacionados ao tema, com a projeção de objetos virtuais em locais específicos do mundo real.

FIGURA 3

Simulador para tratamento de fobia de altura



Fonte: Autoria própria.

Já foi verificada a evolução de pacientes após o uso de sistemas com estas novas tecnologias, considerando, por exemplo, a reabilitação de pacientes com sequelas de atenção e percepção causadas por acidente vascular cerebral²⁰. Embora estas aplicações não tenham sido concebidas na forma de um jogo, seus autores descobriram, na avaliação realizada, que o desempenho do paciente aumentou a partir do uso do

sistema. O sucesso de tais aplicações também foi verificado na melhoria do controle postural e na minimização de quedas em pessoas idosas²¹, o que demonstra a efetividade e potencialidade destas aplicações como *serious games*. Comercialmente, estas aplicações poderiam ser adaptadas e exploradas para incentivar o usuário a se expor a situações temidas ou de risco, tornando a atividade desafiadora e lúdica.

Para promoção da saúde e condicionamento físico uma série de jogos foi lançada. Dois exemplos são os jogos *MindHabits*, cujo objetivo é permitir ao jogador realizar exercícios e atividades para manter atitudes positivas e diminuir o estresse no dia a dia (www.mindhabs.com), e *The Incredible Adventures of the Amazing Food Detective* (<http://members.kaiserpermanente.org/redirects/landingpages/afd/>), para ensinar e estimular bons hábitos alimentares. Mais recentemente, o *WiiFit* se tornou popularmente conhecido por permitir a realização de exercícios físicos de forma prazerosa e divertida, usando um console de videogame. Outros jogos visam estimular pessoas idosas a realizar exercícios por meio da dança e utilizam um tapete especial que mostra a posição dos passos a serem feitos e os reconhecem para fins de pontuação (<http://www.humanagames.com/>).

DESAFIOS E NECESSIDADES

A utilização dos *serious games* tem ganhado destaque por sua potencialidade de impacto social. Uma vez que os jogos possibilitam obter resultados efetivos na educação médica, o uso de novas tecnologias permite expandir a qualificação do profissional^{6,22}. Ao utilizar estas ferramentas o jogador pode ter acesso a situações raras, problemas pouco conhecidos e novas técnicas, podendo utilizá-las em diferentes locais e momentos. Merece destaque a contínua disponibilidade de materiais, visto que estes são virtuais e não apresentam desgaste. Como consequência, pode-se inferir que profissionais mais bem treinados são capazes de oferecer atendimento de melhor qualidade e diminuir riscos para si mesmo, sua equipe e os pacientes.

Entretanto, embora as aplicações para saúde se multipliquem e constituam uma área cada vez mais pesquisada, a abordagem dos *serious games* baseados em RV ainda é pouco explorada na educação médica, sendo mais comum em aplicações de treinamento em outros campos, como a área militar²³. No Brasil, tal fato pode estar relacionado ao custo inicial relativamente alto para o desenvolvimento e disponibilização dos jogos quando estes utilizam equipamentos não convencionais para interação. No entanto, os *serious games* baseados em RV, uma vez desenvolvidos, demandarão apenas a aquisição dos equipamentos para sua utilização. Isto melhora a relação custo-benefício à medida que estes sejam difundidos e aplicados em larga escala. Adicionalmente, pode ocorrer a diminuição

da necessidade de laboratórios físicos que envolvam a aquisição e manutenção de cobaias e cadáveres. Os jogos podem ser empregados numa fase anterior ao uso destes laboratórios, introduzindo o estudante nos conteúdos a serem absorvidos e otimizando a utilização dos recursos físicos.

Por meio das redes de comunicação, como a internet, também é possível com os *serious games* fomentar aspectos colaborativos comumente presentes nos procedimentos médicos, incentivando alunos a jogar em equipe, independentemente de sua localização geográfica. Esta colaboração permite a troca de experiências entre jogadores (alunos) de culturas diferentes, enriquecendo o processo de aprendizado.

Uma tendência dos últimos anos na educação médica é a utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas (*PBL — Problem Based Learning*), que consiste em envolver os estudantes em temáticas interdisciplinares, tornando-os sujeitos ativos no processo de busca de soluções de casos²⁴. Também em relação a esta tendência, verifica-se a adequação dos *serious games*, pois estes podem permear diferentes perspectivas de um mesmo problema, oferecendo recursos multimídia interativos em substituição às narrativas textuais tradicionalmente empregadas nesta abordagem pedagógica. Este paradigma também pode ser explorado em jogos colaborativos disponíveis na internet.

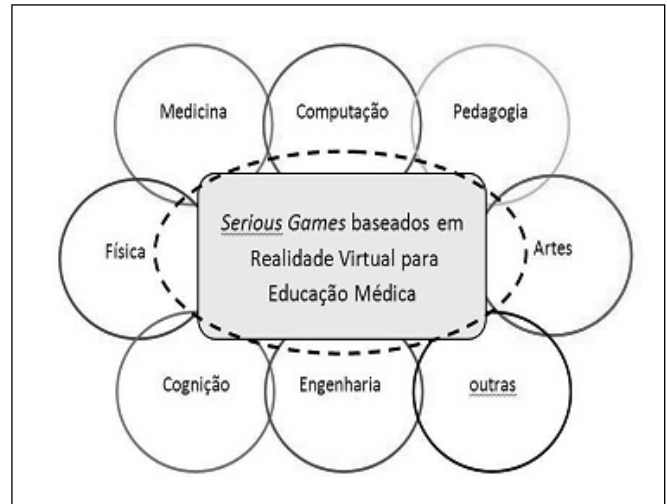
Os *serious games* baseados em RV para ensino médico constituem oportunidades de pesquisa, desenvolvimento e negócios. No entanto, para obter sucesso, uma aplicação desta natureza depende do envolvimento de equipes multidisciplinares compostas por profissionais de diversas áreas. Deste modo, o profissional de medicina deve participar tanto das fases de concepção do jogo, como roteiro, modelos e definição de personagens, quanto da concepção dos passatempos e desafios, aprovando e sugerindo abordagens adequadas ao conteúdo desejado. A Figura 4 apresenta algumas das áreas que podem estar envolvidas na criação deste tipo de jogo. A elipse pontilhada representa a interconexão possível entre as áreas.

Um aspecto importante relacionado a aplicações na medicina é a utilização de dados reais ou coleta de informações para composição de casos de estudo ou mesmo para identificar o público-alvo previamente. Por esta razão, todo projeto deve ser submetido antecipadamente à aprovação de um comitê de ética da área. Da mesma forma, experimentos de validação ou qualquer outro tipo de avaliação do jogo devem considerar o aspecto ético, garantindo a segurança e o sigilo dos dados das pessoas envolvidas neste processo.

CONCLUSÕES

Comprovadamente, os jogos oferecem motivação e são importantes aliados no processo educacional. Estes aspectos têm

FIGURA 4
Multidisciplinaridade na construção de *serious games* baseados em RV para educação médica



contribuído para que os jogos sejam continuamente introduzidos nas escolas. Nesta direção, o governo brasileiro tem investido em objetos de aprendizagem e repositórios de jogos (<http://objetoseducacionais.mec.gov.br>). Entretanto, como o aprendizado na área médica exige a simulação de situações reais, a RV se torna uma solução factível para a obtenção do realismo almejado. A demanda por estas aplicações para a educação médica considera os aspectos sociais e gera oportunidades de negócios, conforme observado por meio de dados fornecidos pela Associação Brasileira das Desenvolvedoras de Jogos Eletrônicos (www.abragames.org).

A popularização dos dispositivos móveis, como celulares e *palmtops*, tem proporcionado uma inserção natural destas tecnologias no dia a dia das pessoas, ampliando o potencial de comunicação. Assim, a exploração dos *serious games* voltados para a educação médica nestes dispositivos é uma tendência natural. A disseminação das redes sem fio permitirá que estes jogos acompanhem seus usuários por toda parte, rompendo barreiras físicas e temporais.

Com a divulgação de novas aplicações e a validação destes sistemas será possível comprovar efetivamente que aprender pode ser divertido e que jogar pode ser uma atividade séria. Na verdade, o que se espera dos *serious games* no futuro próximo é sua maior inserção na sociedade.

REFERÊNCIAS

1. Zyda M. From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*. 2005;38(9):25-32.

2. Blackman S. Serious Games... and Less! Computer Graphics. 2005;39(1):12-6.
3. Costa RMEM, Wagner M. Aplicações de Realidade Virtual e Aumentada. Porto Alegre: SBC;2009.
4. Funge JD. Artificial Intelligence for Computer Games. Wellesley: A.K.Peters; 2004.
5. Netto JCM, Machado LS, Moraes RM. Teoria das Evidências Aplicada na Inteligência de um Jogo Educacional do Tipo RPG. Anais do XVIII Simp. Nacional de Probabilidade e Estatística; 2008. São Pedro, Brasil.
6. Johnsen K, Raji A, Stevens A, Lind DS, Lok B. The validity of a virtual human experience for interpersonal skills education. Proc. SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems; 2007. p. 1049-1058.
7. Kanehira R, Shoda A. Development of an Acupuncture Training System Using Virtual Reality Technology. Proc. Fuzzy Systems and Knowledge Discovery Conference; 2008, 4:665 – 668.
8. Delingette H, Ayache N. Hepatic surgery simulation. ACM Communications. 2005;48(2):31-6.
9. Sorensen TS, Mosegaard J. Virtual Open Heart Surgery – Training Complex Surgical Procedures in Congenital Heart Disease. Proc. Siggraph Emerging Technologies. 2006;35.
10. Cote M, Boulay J-A, Ozell B, Labelle H, Aubin C-E. Virtual reality simulator for scoliosis surgery training: Transatlantic collaborative tests. Proc. IEEE Int. Work. Haptic Audio Visual Environments and Games; 2008. p.1-6.
11. Soler L, Nicolau S, Fasquel J-B, Agnus V, Charnoz A, Hostettler A, et al. Virtual reality and augmented reality applied to laparoscopic and notes procedures. Proc. 5th IEEE Int. Symp. on Biomedical Imaging: From Nano to Macro, 2008. p. 1399 – 1402.
12. Machado LS, Zuffo MK. Development and Evaluation of a Simulator of Invasive Procedures in Pediatric Bone Marrow Transplant. Studies Health Technol Informatics. 2003;94:193-5.
13. Machado LS, Moraes RM Qualitative and Quantitative Assessment for a VR-Based Simulator. Studies Health Technol Informatics. 2009;142:168-73.
14. Lima L, Nunes FLS, Takashi R, Rodello IA, Brega JRF, Sementille AC. Virtual Reality for medical training: a prototype to simulate breast aspiration exam. Proc. ACM SIGGRAPH Int Conf on Virtual-Reality Continuum and its Applications in Industry; 2004. p. 328-331.
15. Oliveira ACMTG, Nunes FLS. Building a Open Source Framework for Virtual Medical Training. J Digital Imaging. 2009;p.1-15.
16. Machado LS, Moraes RM.VR-Based Simulation for the Learning of Gynaecological Examination. Lecture Notes Computer Sci. 2006;4282:97-104.
17. Rodrigues MAF, Silva WB, Barbosa Neto ME, Ribeiro IMMP. Um Sistema de Realidade Virtual para Tratamento Ortodôntico. Proc. VIII Symp. on Virtual Reality, 2006. SBC, p. 431-444.
18. Freitas CMDS, Manssour IH, Nedel LP, Gavião JK, Paim MTC, Maciel A. Framework para Construção de Pacientes Virtuais: Uma aplicação em Laparoscopia Virtual. Proc. Symp. on Virtual Reality, 2003. Ribeirão Preto, SBC. p. 283-294.
19. Wauke AP, Carvalho LAV, Costa RMEM. Tratamento de Fobias Urbanas por meio de ambientes virtuais. Arq Bras Psiquiatr Neur Med Legal. 2005;99(4):5-11.
20. Cardoso L, Costa RMEM, Piovesano A, Costa M, Penna L. Using Virtual Environments for Stroke Rehabilitation. Proc. IEEE 5th Int. Workshop on Virtual Rehabilitation; 2006, IEEE, p. 1-5.
21. Virk S, McConville KMV. Virtual Reality Applications in Improving Postural Control and Minimizing Falls. Proc. 28th Annual Int. Conf. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society ; 2006. IEEE. p. 2694-2697.
22. Amem BMV, Nunes LC. Tecnologias de Informação e Comunicação: contribuições para o processo interdisciplinar no ensino superior. Rev Bras Educ Med. 2006;30(3):171-80.
23. Chatham RE. Games for Training. ACM Communications. 2007;50(7):36-43.
24. Gomes R, Brino,RF, Aquilante AG, Avo LRS. Aprendizagem Baseada em Problemas na formação médica e o currículo tradicional de Medicina: uma revisão bibliográfica. Rev Bras Educ Med. 2009;33(3):433-40.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Todos os autores colaboraram igualmente na elaboração, escrita e revisão do artigo

CONFLITO DE INTERESSES

Declarou não haver.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Liliane dos Santos Machado
Departamento de Informática — UFPB
Cidade Universitária, s/nº — Campus 1
Castelo Branco — João Pessoa
CEP 58051-900 — PB
E-mail: liliane@di.ufpb.br