

**HEALTH SIMULATOR:
UM SIMULADOR DE
CASOS DE ESTUDO PARA
A ÁREA DA SAÚDE**

HEALTH SIMULATOR: a case study
simulator for the health area

HEALTH SIMULATOR: un
simulador de casos de estudio
para el área de la salud

Marta Rosecler Bez¹
Blenda Mello²
Diego Pinheiro³
Fernando Rafael Stahnke⁴
Paulo Ricardo Barros^{5, 6}

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um simulador de casos de estudo em saúde denominado Health Simulator. Um aporte teórico embasa o desenvolvimento. O simulador foi concebido com uma estrutura robusta que permite a especialistas inserir conhecimentos específicos de cada área da saúde em um formalismo denominado rede bayesiana. Os casos de estudo são

¹ Doutora em Informática na Educação (UFRGS). Mestre em Ciências da Computação (UFRGS). Graduada em Processamento de Dados (UNISINOS). Email: martabez@feevale.br.

² Tecnóloga em Sistemas para a Internet. Programadora e participante do Grupo de Computação Aplicada da Universidade Feevale. E-mail: blandamellus@gmail.com.

³ Bacharel em Ciências da Computação. Programador. Atua no grupo de Pesquisa de Computação Aplicada da Universidade Feevale. E-mail: diegopinheiro@feevale.br.

⁴ Bacharel em Ciência da Computação e Mestre em Indústria Criativa. É participante do grupo de pesquisa em Computação Aplicada da Universidade Feevale. E-mail: fstahnke@gmail.com.

⁵ Bacharel em Sistemas de Informações, Mestre em Ciências da Saúde: Educação e Informática em Saúde e Doutorando em Computação Aplicada. Professor da Universidade Feevale nos cursos de computação e jogos digitais. E-mail: pbarros1979@gmail.com.

⁶ Endereço de contato dos autores (por correio): Universidade FEEVALE. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas. Rodovia RS239, n.2755 – Novo Hamburgo – RS, Brasil.

escritos em um sistema de fácil manipulação por profissionais que não são da área da computação, sendo transformados, de forma automática em um jogo sério para os alunos. Na execução do jogo os alunos são acompanhados de um agente que recomenda conteúdos e novos casos de estudo, reforçando e/ou instigando o aluno a aprender.

PALAVRAS-CHAVE: Health Simulator; Simulador; Casos de estudo; Ensino na Saúde.

ABSTRACT

This paper presents the development of a health simulator case study called Health Simulator. A theoretical contribution supports the development. The simulator was designed with a robust structure that allows specialists to insert specific knowledge of each area of health in a formalism called the Bayesian network. Case studies are written in a easy system to manipulate by professionals who aren't from the field of computing, and are automatically transformed into a serious game for students. In the execution of the game the students are accompanied by an agent who recommends contents and new cases of study, reinforcing and / or instigating the student to learn.

KEYWORDS: Health Simulator; Simulator; Case studies; Teaching in Health.

RESUMEN

Este artículo presenta el desarrollo de un simulador de casos de estudio en salud denominado Health Simulator. El desarrollo se basa en un aporte teórico. El simulador fue concebido con una estructura robusta que permite a especialistas insertar conocimientos específicos de cada área de la salud en un formalismo denominado red bayesiana. Los casos de estudio se escriben en un sistema de fácil manipulación por profesionales que no son del área de la computación, siendo transformados, de forma automática en un juego serio para los alumnos. En la ejecución del juego los alumnos van acompañados de



ISSN nº 2447-4266

Vol. 4, n. 3, maio. 2018

DOI: <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2018v4n3p283>

un agente que recomiende contenidos y nuevos casos de estudio, reforzando y / o instigando al alumno a aprender.

PALABRAS CLAVE: Simulador de Salud; Simulador; Casos de estudio; Ensino en la Saúde.

Recebido em: 30.11.2017. Aceito em: 20.02.2018. Publicado em: 29.04.2018.

Introdução

O paradigma tradicional do ensino da medicina apresenta diversos problemas (TSUJI e SILVA, 2010). Segundo esses autores, um currículo integrado das diversas disciplinas, orientado por competência, com fundamentação nas reais necessidades de saúde e integralidade, utilizando-se casos de estudo na forma de problemas é uma boa estratégia a ser aplicada, pois constitui meio para o desenvolvimento de correntes pedagógicas críticas inovadoras.

Apesar do uso de métodos ativos de aprendizagem não serem novos (ENGEL, 1992), (DONNER; BICKLEY, 1990), tem-se percebido grandes dificuldades em sua aplicação, principalmente devido à dificuldade de aceitação dos professores em trabalhar com um método completamente diferente dos adotados atualmente na maioria das universidades (TSUJI e SILVA, 2010), (GOMES et al., 2009). Segundo os mesmos autores, nos encontros nacionais e internacionais que debatem a educação médica, os relatos dos médicos-professores apontam claramente a resistência do corpo docente como uma das maiores dificuldades na implantação dos processos de mudança curricular.

Os métodos ativos exigem, no início da sua aplicação, um trabalho coletivo, onde o professor não é mais responsável somente por um conteúdo independente, desenvolvido para ser ministrado em uma disciplina independente, mas desenvolvido para discussão permanente entre os pares e análise colaborativa. Rompe-se aí com o paradigma da educação fragmentada, onde o professor é o centro do conhecimento, e coloca-se a aprendizagem como núcleo do processo.

Há que se destacar que o papel do professor modifica-se, pois o conteúdo a ser ministrado não é definido por ele, mas por um grupo de professores. A sua participação na aula deve ser de um incentivador que ativa a

curiosidade dos alunos e os auxilia no processo de aprender a aprender, realizar novas descobertas e caminhar sozinho (BEZ, 2013). De acordo com Gomes et al. (2009) "a formação ocorre por meio da resolução de problemas estruturados pelos professores para que os alunos, pouco a pouco, construam o conhecimento necessário à resolução de problemas reais no futuro".

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos da saúde, o currículo e o método pedagógico desejáveis devem propiciar o desenvolvimento da capacidade de observar e escutar, tornando o aluno apto a pensar e, conseqüentemente, aprender a aprender, ser, fazer e conviver com a autoaprendizagem. Esse senso de curiosidade disseminado passa a ser um diferencial na pró-atividade acadêmica e profissional dos alunos. Para isso, Tsuji e Silva (2010) destacam que os estudantes devem iniciar suas práticas desde o início do curso, realizando atividades e tarefas de complexidade crescente com o passar do tempo no curso.

Um dos grandes desafios neste processo é a maneira de apresentar os problemas aos alunos, de forma que estes possam trabalhar e estudar os conteúdos ministrados a qualquer hora, momento e local. Além disso, o acompanhamento de um caso clínico desde o seu início até seu desfecho torna-se outro desafio, em vista de sua complexidade, andamento e período de acontecimento. A simulação de casos reais parece adaptar-se bem como estratégia de desenvolvimento de conteúdos, onde o grupo de professores pode desenvolver casos clínicos, contemplando as diferentes disciplinas do currículo, e apresentam aos alunos em um ambiente computadorizado na web. A grande dificuldade é a criação desses casos, por vários motivos (BEZ, 2013):

- Complexidade no uso de simuladores;

- Desconhecimento, por parte dos professores, de ferramentas tecnológicas para a criação das simulações;
- Grande número de simulações a serem criadas para contemplar todos os conteúdos;
- Interfaces diferentes para cada caso de estudo, de forma que motive o aluno a utilizar a ferramenta;
- Desenvolvimento de ambientes amigáveis aos alunos;
- Acompanhamento do aprendizado-evolução dos alunos com o uso das simulações.

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um simulador de casos clínicos denominado Health Simulator. Esse tem como vantagem o uso de um formalismo que permite a criação de simulações, onde o professor não necessita conhecer informática para o desenvolvimento do material pedagógico. O foco está na criação dos casos clínicos e não no conhecimento de programação ou tarefas complexas de informática.

O professor e/ou grupo de trabalho responsável pela confecção dos casos clínicos escreve o caso em uma linguagem simples, e o simulador gera, de acordo com os personagens e os ambientes escolhidos, a simulação no formato de um jogo sério a ser apresentada aos alunos. Ao final, tem-se um simulador de casos de fácil uso, com recursos de reutilização. Ele analisa os passos do aluno para a resolução dos casos clínicos, auxilia através de estratégias pedagógicas e guarda as informações e trajetória do aluno para uma possível avaliação, tanto por parte do aluno (autoavaliação) quanto do professor.

Referencial Teórico

Uma das preocupações crescentes percebidas no meio acadêmico refere-se a busca e descoberta das variadas formas com que os alunos adquirem conhecimento e como tratar o tema aprendizagem. Segundo Rolim, Guerra e Tassigny (2008) é necessário praticar o que se aprende para adquirir e manter as informações necessárias sobre o tema, exercitando, simulando e testando, para, a partir disso, obter conclusões próprias sobre o mesmo.

A partir da ideia de que a aprendizagem representa uma mudança de comportamento, (GIUSTA, 1985), busca-se formas de prover experiência a alunos. Nesta busca pelo conhecimento, os simuladores têm representado um grande aliado, evoluindo e atraindo estudantes das mais variadas áreas do conhecimento. Busca-se, normalmente, nestas simulações, prover informações com características da vida real, permitindo a participação em cenários e situações próximas as vivenciadas no dia a dia.

Atualmente, não existem definições precisas sobre o termo simulação. Para Machado, Moraes e Nunes (2009), estes visam apresentar situações práticas vivenciadas no dia-a-dia e tem o objetivo principal de proporcionar o treinamento de profissionais, em várias áreas do conhecimento, situações críticas, conscientização de crianças, jovens e adultos. Ziv (2003) define simulação como uma "técnica em que se utiliza um simulador, considerando-se simulador como um objeto ou representação parcial ou total de uma tarefa a ser replicada". De acordo com Bass (2006), simulação se refere a aplicação de modelos computacionais para estudo e previsão de eventos ou comportamentos, disponibilizado para uma ampla gama de aplicações, sendo utilizada principalmente na área da educação.

No mesmo informe citado anteriormente, é evidenciada a simulação na medicina como uma prática histórica. Historicamente, o paradigma da medicina combina diagnóstico e empirismo, isto é, os médicos usam vários testes para diagnosticar uma condição médica e, em seguida, um plano de tratamento ou intervenção com base em dados empíricos e experiência profissional. Geralmente, a prática médica impede qualquer processo formal para prever o resultado de um tratamento para um paciente individual, embora possam haver alguns dados estatísticos para indicar a taxa de sucesso do tratamento (BASS, 2006).

O uso de simulação permite levar a novas abordagens para o ensino e prática médica, denominadas de Medicina Baseada em Simulação. É possível simular práticas necessárias, reforçando o domínio de conhecimentos e habilidades específicas (comunicação com o paciente, exames físicos e complementares, anamnese, diagnóstico e condutas), em contextos que exigem diferentes saberes.

Para fins de treinamento, os simuladores podem ser aplicados para apresentar situações críticas, que envolvam algum tipo de risco, tomada de decisões ou desenvolver habilidades específicas. Com base nisso, os simuladores para a área médica têm evoluído muito. Um erro no atendimento clínico ou em uma cirurgia pode ter um custo alto à vida do paciente e, por isso, antes de atendê-los, um estudante de medicina deve ter uma grande quantidade de horas de atendimentos já monitorados, buscando experiência.

Em estudos de Muller (1990) e Vozeniek et al. (2004) é evidenciado que a simulação pode ser aplicada tanto no ensino quanto na avaliação. Com isso, conhecimento e competência podem ser avaliados em função das atividades

práticas. Bergeron (2006) cita algumas características importantes no desenvolvimento de simuladores para a área da medicina, que são:

- Precisão de conteúdo (*Content accuracy*): estudo preciso sobre o tema abordado, para que o usuário possa aprender conforme a realidade do caso estudado, ou seja, simulando realmente a vida real;
- Conhecimento do domínio (*Domain experts*): relacionado a precisão, detalhes devem ser observados no desenvolvimento do simulador, como, por exemplo, som em uma auscultura, exata coloração dos tecidos, etc.;
- Princípio do projeto (*Design principles*): o projeto deve refletir uma especificação de requisitos, que define a interação dos usuários, levando em consideração estilos, usabilidade, etc.;
- Pessoal (*Staffing*): a necessidade de especialização de domínio e precisão do conteúdo coloca exigências específicas sobre as necessidades de pessoal;
- Padrões (*Standarts*): a experiência da comunidade de ensino médico demonstra a necessidade de normas e padrões a ser seguidos, de forma que esse conteúdo possa ser utilizado, compartilhado e disseminado.

Os simuladores podem, às vezes, usar recursos gráficos avançados, envolvendo o usuário em um ambiente que seja parecido ao real para tomadas de decisão. Normalmente, simulam um ambiente, situações, ações e reações envolvendo um determinado assunto.

O aperfeiçoamento de simuladores para a área da saúde se dá, em grande parte, no uso e refinamento da Inteligência Artificial (IA). Em

simuladores a IA pode ser resumida como algoritmos que podem manipular conceitos, uso de heurística, representação do conhecimento, suporte a dados imprecisos, múltiplas soluções e a integração de mecanismos de aprendizado de máquina (MORAES et al., 2009). Estes sistemas, também conhecidos como baseados em conhecimento, possuem regras que reproduzem o conhecimento de especialistas, e são utilizados para solucionar problemas em domínios específicos. As principais características dos simuladores que utilizam IA são elencadas por Plemenos e Miaoulis (2009) como:

- Manipulação de conceitos: são capazes de processar conceitos muito além de dados numéricos;
- Uso de heurísticas: utilizam métodos heurísticos para resolver problemas onde outra solução não pode ser obtida com o uso de algoritmos conhecidos. Os métodos heurísticos oferecem uma probabilidade elevada de encontrar uma solução considerada boa para determinados problemas;
- Representação do conhecimento: o conhecimento em programas com IA é representado de forma explícita;
- Permitir dados imprecisos: dependendo do método de tomada de decisão usado pode suportar dados imprecisos ou incompletos;
- Permitir múltiplas soluções: no caso de um dado impreciso, a resolução do problema pode ser oferecida de diversas maneiras;
- Capacidade de aprender: sistemas Inteligentes devem integrar mecanismos de aprendizado da máquina, buscando obter o raciocínio mais próximo possível da capacidade humana.

De acordo com Bourg e Seemann (2004), é possível dividir as técnicas de IA em dois grupos: determinísticas e não-determinísticas. As primeiras são

previsíveis, fáceis e rápidas de implementar, porém, a previsibilidade restringe a simulação. Depois de algumas iterações, o usuário perceberá quais os próximos estados e eventos. Já as não-determinísticas facilitam a aprendizagem proporcionando uma simulação com final imprevisível. A dificuldade do uso desta última técnica está na implementação e na depuração dos erros e testes de eventos específicos comparados aos determinísticos. Os tipos de simuladores com o uso de IA são divididos por Machado et al. (2009) de acordo com sua atuação em dois níveis: controle de nível superior e o controle de nível inferior, se referindo as decisões relacionadas ao enredo e aquelas a decisões descentralizadas nas tomadas de decisão internas do simulador. Os mesmos autores classificam as técnicas de acordo com as seguintes metodologias: Lógica Fuzzy, Redes Bayesianas e as Redes Neurais.

A Lógica Fuzzy pode ser usada em situações do ensino da prática clínica no processo de decisão quando os dados são de natureza ambígua ou imprecisa, pois providencia a possibilidade de manipular estes dados apresentando informações com um conceito de dualidade, que estabelece que algo pode coexistir com seu oposto. Segundo Marques et al. (2005) a Lógica Fuzzy, com base na teoria dos conjuntos nebulosos (Fuzzy-sets) apresenta-se adequada no caso de tratar imperfeições nas informações. A Lógica Fuzzy permite aproximar a decisão computacional da humana, a partir, muitas vezes, de informações vagas, descritas em linguagem natural, e as convertendo em uma estrutura que facilita a sua manipulação por uma máquina.

As Redes Bayesianas representam a probabilidade de um evento ocorrer através do relacionamento entre proposições e variáveis toda a vez que esta relação apresente incerteza ou imprecisão. As Redes Bayesianas foram desenvolvidas para facilitar a tarefa quando o conhecimento recebido em um

sistema é incompleto ou com fontes de incerteza, através de um formalismo matemático restritivo e abrangente, chamado de Teorema de Bayes. Segundo Russel (2004), essa teoria apresenta uma forma de calcular a probabilidade de um evento em particular, dado algum conjunto de observações que se tenha realizado.

As Redes Neurais Artificiais (RNA) surgiram com o objetivo principal de criar modelos artificiais do cérebro humano, formando um modelo não paramétrico que utiliza fatores conhecidos sobre o mesmo, como seu funcionamento, dessa forma, obtendo melhor desempenho na tomada de decisão. As redes neurais apresentam duas grandes vantagens em relação as técnicas estatísticas tradicionais: tratam tanto dados numéricos quanto qualitativos e, quanto maior o volume de dados melhor será o seu aprendizado e a qualidade das previsões. Conforme Keller (1998), o uso de sistemas baseados em redes neurais apresenta como vantagens o fato de ser treinada através de exemplos obtidos de maneira genérica e automática; elimina processos que podem gerar a fadiga humana; apresenta identificação e análises de condições e diagnósticos em tempo real.

Simuladores devem se tornar gradualmente integrados aos currículos das faculdades da área médica, tanto na condição de facilitadores do aprendizado como na avaliação do processo (CARROLL e MESSENGER, 2008). Entretanto, ainda não há validação do uso dos mesmos para desfechos principais, tais como segurança do paciente, maior eficácia do tratamento administrado, melhora de performance de equipes assistenciais ou redução de custos (CARROLL e MESSENGER, 2008), (AK, 2009). Segundo os mesmos autores, há interesse manifesto da *Agency for Healthcare Research and Quality* (AHRQ) em

financiar projetos que utilizem simuladores para aumentar a segurança dos usuários dos sistemas de saúde.

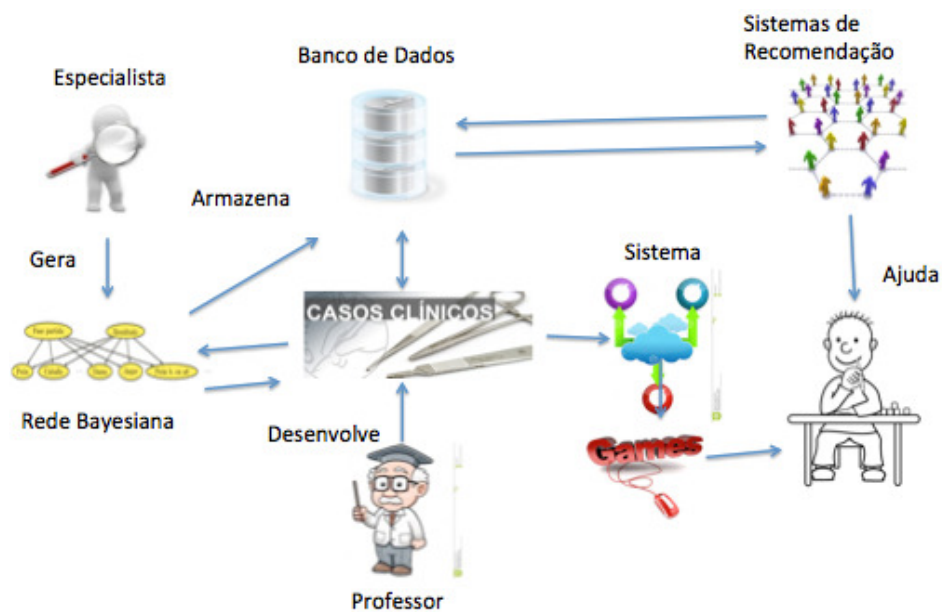
Apesar do papel dos incrementos tecnológicos na simulação e ampliação das aplicações, é no desenvolvimento das habilidades e conhecimentos dos usuários que deve estar o foco da aplicação. Mesmo um ambiente não perfeito na emulação do mundo real pode ser provocativo ao apresentar e prover reflexões decorrentes da tomada de decisão em saúde (STONE, 2011).

O projeto Health Simulator

O Health Simulator é um simulador de casos clínicos do tipo Paciente Virtual (ORTON e MULHAUSEN, 2008), que tem por objetivo simulações de cenários reais, proporcionando o conhecimento de práticas profissionais da saúde, obtendo prontuários clínicos, exames físicos e complementares, definir um ou mais diagnósticos e, a partir deste(s), indicar uma ou mais condutas.

O Health Simulator, devido a sua complexidade e diferentes arquiteturas, é dividido em duas partes: o *front-end*, que contempla o aplicativo do jogo (utilizado pelo aluno) e o *back-end* (utilizado por especialistas e professores), que abrange o servidor que armazena as informações da área da saúde, do caso de estudo e da evolução do aluno. Um esquema completo do Health Simulator é apresentado na Figura 1.

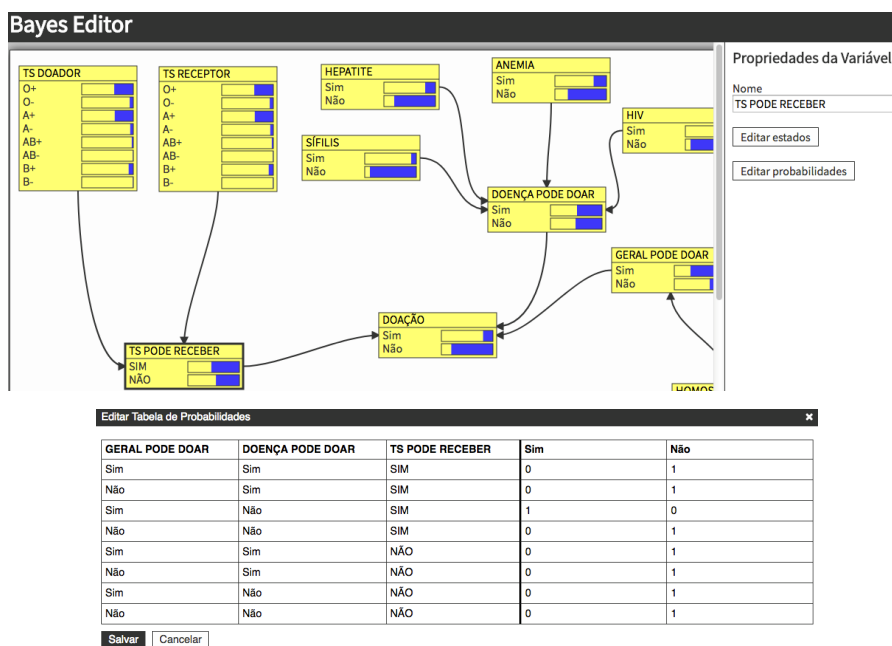
Figura 1 – Esquema do Health Simulator



Fonte: autoria própria

O especialista modela o conhecimento em um modelo estatístico de representação utilizando-se de uma rede bayesiana (RB). Esta é uma das possíveis abordagens que são reconhecidas e que auxiliam na tomada de decisões na medicina (LIMA et al., 2015). A base de conhecimento é armazenada nas redes que, posteriormente, servirão como um guia para o desenvolvimento dos casos clínicos. Sendo assim, são definidas as variáveis (sinais e sintomas), diagnósticos e condutas e, por fim, são geradas as relações das probabilidades entre cada variável. Um exemplo de Rede Bayesiana criada para simular a doação de sangue é apresentado na Figura 4.

Figura 2 – Rede Bayesiana de Doação de Sangue



Fonte: autoria própria

Outro estágio utilizado na criação de casos de estudo é denominado de Interface administrativa (Figura 3), a ser utilizada pelo professor. Este constrói o caso de estudo com base nas variáveis que foram armazenadas na rede, exames físicos e complementares e possíveis históricos anteriores do paciente. A partir da escolha das variáveis, o sistema apresentará as probabilidades dos diagnósticos e condutas, gerados de acordo com a propagação estatística da rede.

Figura 3 – Interface administrativa

Diagnósticos	Conduções
Sinusite 95.0 %	Analgesia 98.0 %
Cefaleia 80.0 %	Antimicrobianos 95.0 %
Enxaqueca 80.0 %	Especialista 45.0 %
Cefaleia em Salvas 40.0 %	Investigar imagem 01.0 %
Salvas 01.0 %	Profilaxia 01.0 %

Fonte: autoria própria

Cada caso de estudo gerado é armazenado em um Banco de Dados (BD) com as informações relevantes à modelagem do caso. O último estágio, Serviço Web de Comunicação, recebe os casos de estudos armazenados no banco de dados e gera, automaticamente, um jogo a ser utilizado pelos alunos.

Para a geração do jogo, foram previamente desenvolvidos ambientes, personagens e *assets*, em 3D. Os cenários são associados a espaços de atendimento à saúde e personagens que possibilitam a representatividade de profissionais da área da saúde e pacientes. Atualmente, o projeto Health Simulator possui quatro categorias de personagens (médicos, pacientes, dentistas e enfermeiros), nos gêneros masculino e feminino, com diversidade etária (bebê e criança - para pacientes, jovem, adulto e idoso – para pacientes e profissionais da saúde) e étnica (caucasiano, oriental, afrodescendente e

indiano). Nesta variação, o sistema conta hoje com mais de 200 personagens. A Figura 4 apresenta um exemplo de personagens desenvolvidos.

Figura 4 – Modelos de personagens



Fonte: autoria própria

Os ambientes onde ocorre o jogo são variados, desde hospitais, clínicas, salas de atendimento e domicílios. Além disso, conta com a construção ampla de elementos de arte no projeto (*assets*), que permite construir os mais variados tipos de cenários. Atualmente, o simulador possui 19 cenários prontos, com mais de 300 *assets* diferentes, que combinados, permitem a criação de outros variados tipos de cenários. Exemplos de *assets* são apresentados na Figura 5 e de cenários na Figura 6.

Figura 5 – Exemplos de Assets



Fonte: autoria própria

Figura 6 – Exemplos de Cenários



Fonte: autoria própria

Para a integração dos cenários, *assets* e personagens, foi utilizada a *Unity3D Engine*, devido a sua interface simplificada, que permite a geração de arquivos executáveis em múltiplas plataformas.

Na execução do jogo o aluno é acompanhado em todas as atividades por agentes que direcionam e apoiam o aprendizado. Um sistema de recomendação analisa os passos do aluno e, ao perceber dificuldades na

solução do caso de estudo, disponibiliza materiais de consulta, que permitem a ele encontrar o caminho correto. Estes materiais são vídeos, arquivos de texto, diretrizes, entre outros. Na finalização do caso de estudo, o sistema analisa o log de execução e recomenda novos casos, de acordo com a atuação do aluno. Por exemplo, se ele teve dificuldades, recomenda um caso similar para reforço; se o aluno teve uma ótima atuação, pode recomendar um caso com maior grau de dificuldade, etc.

O simulador está em fase final de desenvolvimento. Está sendo validado a cada módulo desenvolvido por profissionais da área da saúde e ajustes necessários são feitos em tempo de desenvolvimento. Uma validação a ser realizada com duas turmas de enfermagem está prevista para dezembro deste ano e uma validação em larga escala, para diversos cursos da área da saúde, para o primeiro semestre de 2018.

Considerações finais

O desenvolvimento do Health Simulator vem ao encontro do que Tsu e Silva (2010) indicam quanto a necessidade de um currículo integrado das diversas disciplinas, orientado por competência, utilizando-se casos de estudo na forma de problemas. Corroborando Gomes et al. (2009), busca-se, com seu uso, que a formação do profissional em saúde seja favorecida, possibilitando o desenvolvimento do seu conhecimento de forma a estar apto a resolver problemas similares e reais na sua prática profissional.

Dificuldades apresentadas por autores como Bez (2013) para o desenvolvimento de casos de estudo podem ser sanadas, como: a complexidade no uso dos simuladores, pois este está sendo construído para ser utilizado por alunos no formato de um jogo sério, ferramenta que os alunos

estão acostumados a utilizar; o desconhecimento por parte dos professores no uso da tecnologia, pois o Health Simulator tem um sistema de criação de casos de estudo bastante simples e que não exige conhecimentos de informática; grande número de simulações a serem criadas para complementar todo o currículo, pois como o conhecimento está armazenado em redes bayesianas, muitos e variados casos podem ser desenvolvidos; interface única para o desenvolvimento de todos os casos de estudo; acompanhamento do aprendizado-evolução dos alunos com o uso das simulações, pois o log de execução dos casos pelos alunos fica armazenado no banco, passível de fácil análise.

Das características importantes no desenvolvimento de simuladores, destacadas por Bergeron (2006) para a área da saúde, houve um cuidado especial nos seguintes aspectos:

- Precisão de conteúdo (*Content accuracy*): foi realizado um estudo minucioso com profissionais da área da saúde, buscando analisar a precisão sobre o tema abordado, bem como, com casos de estudo realísticos;
- Conhecimento do domínio (*Domain experts*): informações precisas, extraídas de fontes fidedignas são utilizadas, como diretrizes clínicas, livros didáticos, artigos científicos, entre outros;
- Princípio do projeto (*Design principles*): o simulador reflete a especificação de requisitos, com definição da interação dos usuários, levando em consideração estilos, usabilidade, conceitos, etc;
- Pessoal (*Staffing*): a rede bayesiana é quem define o contexto e área de conhecimento do aluno que usará o simulador. Por

exemplo, tem-se definidas, até o momento, médicos, biomédicos e enfermeiros;

- Padrões (*Standarts*): a participação ativa no projeto de profissionais da área da saúde trouxe a experiência da comunidade, bem como de padrões e normas exigidas na área.

Como o simulador utiliza-se de formalismos da área de Inteligência Artificial, as principais características elencadas por Plemenos e Miaoulis (2009) estão sendo atendidas, como:

- Manipulação de conceitos: o Health Simulator permite a manipulação de conceitos e textos e sua interpretação;
- Uso de heurísticas: utiliza métodos heurísticos, buscando resolver problemas que não podem ser resolvidos com o uso de algoritmos conhecidos;
- Representação do conhecimento: o conhecimento é representado na forma de redes bayesianas;
- Permitir dados imprecisos: suporta dados imprecisos para a tomada de decisão, pois utiliza-se da estatística para calcular a probabilidade de determinado evento ocorrer.
- Permitir múltiplas soluções: a resolução do problema pode ser oferecida de diversas maneiras, de acordo com a propagação na rede bayesiana e o contexto de estudo.
- Capacidade de aprender: o uso de sistemas de recomendação permite que o simulador aprenda e recomende novos casos e materiais de acordo com o log de uso dos alunos.

Por fim, tem-se um Simulador que, a partir de vasto estudo bibliográfico e da experiência de profissionais das diversas áreas envolvidas em seu

desenvolvimento, tornou-se robusto, porém de simples utilização tanto por parte dos professores, quanto dos alunos. Outra vantagem a ser destacada é a possibilidade de reutilização das estruturas de conhecimento geradas por professores e colaboradores, tendo, desta forma, papel fundamental na multiplicação do conhecimento.

O Health Simulator pode torna-se um grande auxiliar no processo pedagógico de aprendizagem. É importante destacar que o simulador se encontra em fase de desenvolvimento, contando com um protótipo que compreende a modelagem dos casos, um editor bayesiano, algumas redes bayesianas, um sistema de recomendação e um protótipo do ambiente de jogo. Com a finalização, entende-se que será possível consolidar-se como uma ferramenta auxiliar e importante para o processo de aprendizagem, e assim, resultando em um ambiente que contribua de forma significativa na formação acadêmica em saúde. Como trabalhos futuros verifica-se a finalização do protótipo, para validação do mesmo junto a alunos da área da saúde.

Referências

AK, Y. O. **The Utility of Simulation in Medical Education:** What Is the Evidence? Mount Sinai Journal of Medicine. 1 de August de 2009, Vol. 76, 4, pp. 330–343.

BASS, J. **Revolutionizing Engineering Science through Simulation.** A Report of the National Science Foundation Blue Ribbon Panel on Simulation-Based Engineering Science. 2006.

BERGERON, B. P. **Developing serious games.** Massachusetts: Charles River Media. 2006.

BEZ, M. R. **Construção de um modelo para o uso de simuladores na implementação de métodos ativos de aprendizagem nas escolas de medicina.** 2013.

BOURG, D.; SEEMANN, G. **All for game developers.** O'Reilly. 2004.

CARROLL, J. D.; MESSENGER, J. **Medical Simulation: The New Tool for Training and Skill Assessment.** Perspectives in Biology and Medicine. 2008, v. 51, 1, pp. 47-60.

DONNER, R. S.; BICKLEY, H. **Problem-based learning: an assessment of its feasibility and cost.** Hum Pathol. 1990; 21:881-5.

ENGEL, C. E. **Problem-based learning.** Br J Hosp Med. 1992; 48:325-9.

GIUSTA, A. da S.. **Concepções de Aprendizagem e Práticas Pedagógicas.** In: Educ. Rev. Belo Horizonte, 1985, v.1: 24-31p.

GOMES, R.; BAGNARIOLLI, A. M. F.; HAMAMOTO, C.G., MOREIRA, H. M. M.; COSTA, M. C. G; HAFNER, M. L. M. **A formação médica ancorada na aprendizagem baseada em problema: uma avaliação qualitativa.** Interface Comum. Saúde Educ. [periódico na internet]. 2009. 13(28):71-83. Disponível em <http://www.interface.org.br>. Acesso em: 10 de fev de 2011. DOI: 10.1590/S1414-32832009000100007.

KELLER, P. **Artificial Neural Networks in Medicine.** Technical Reports. Richland: Pacific Northwest National Laboratory. 1998.

LIMA, A. ; STAHNKE, F. R. ; BARROS, P. R. M. ; BENETTI, D. ; MELLO, B. ; BEZ, M. R. ; CERVI, G. . **Projeto para desenvolvimento do Simulador Health Simulator.** In: Computer on the beach, 2015, Florianópolis. Anais do Computer on the Beach. Florianópolis: Universidade do Vale do Itajaí, 2015. v. 1. p. 279-288.

MACHADO, L.; MORAES, R.; NUNES, F. **Serious Games para Saúde e Treinamento Imersivo. Book Chapter.** In: Fatima L. S. Nunes; Lilliane S. Machado; Marcio S. Pinho; Claudio Kirner. (Org.). Abordagens Praticas de Realidade Virtual e Aumentada. Porto Alegre: SBC, 2009. p. 31-60.

MARQUES, Isaac R. et al. **Guia de Apoio a Decisão em Enfermagem Obstétrica**: aplicação da técnica da Logica Fuzzy. Rev. Bras. de Enfermagem. Brasília, 2005, v. 58, n. 3, jun.

MORAIS, A. M.; SOUZA, A. S.; MACHADO, L. S.; MORAES, R. M. **Tomada de Decisão aplicada à Inteligência Artificial em Serious Games voltados para Saúde**. In: IX Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional (IX ERMAC), 2009, João Pessoa.

MULLER, G. E. **The assessment of clinical skills/competence/performance**. Acad. Med. 1990. N. 65, suppl. 9:S63-S7.

ORTON, E.; MULHAUSEN, P. **E-learning virtual patients for geriatric education**. *Gerontology & Geriatrics Education*, v. 28, n. 3, p.73-88, 2008.

PLEMENOS, D.; MIAOULIS, G. **Visual Complexity and Intelligent Computer Graphics Techniques Enhancements**. Springer-Verlag New York Inc. Berlin Heidelberg. 2009.

ROLIM, A. A. M.; GUERRA, S. S. F.; TASSIGNY, M. M. **Uma Leitura de Vygotsky sobre o brincar na aprendizagem e no desenvolvimento infantil**. Informando Rev. Humanidades, Fortaleza, v.23, n. 2, p. 176-180, jul./dez. 2008.

RUSSEL, S. J.; NORVIG, P. **Inteligência artificial**. Tradução da segunda edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

STONE, R. **The (human) science of medical virtual learning environments**. Philosophical Transactions of The Royal Society B. 2011, Vol. 366, pp. 276-285

TSUJI, H.; SILVA, R. H. A. **Aprender e ensinar na escola vestida de branco: do modelo biomédico ao humanístico**. São Paulo: Phorte, 2010. 240p.

VOZENILEK, J.; HUFF, J. S.; REZNEK, M.; GORDON, J. A. **See one, do one, teach one: advanced technology in medical education**. Acad. Emerg. Med. 2004. 11(11):1149-54.

ZIV, A.; WOLPE, P.R.; SMALL, S.D.; GLICK, S. **Simulation-based medical education: an ethical imperative**. Acad Med. 2003; 78(8):783-8.