

## Análisis de dos simuladores de paciente virtual

### Analysis Of Two Virtual Patient Simulators

Marta Rosecler Bez\* Fernando Rafael Stahnke\*\*

Recibido: septiembre-2014 / Aprobado: noviembre-2014

#### Resumen

Este artículo presenta la evaluación de dos simuladores del tipo Paciente Virtual llamados SIACC (Sistema Interdisciplinar de Análise de Casos Clínicos) y SimDeCS (Simulador Inteligente para a Tomada de Decisões Clínicas). Esta revisión se llevó a cabo con maestros y doctores en universidades de Brasil. Los usuarios iniciaron creado y resolviendo casos clínicos, que después fueron evaluados mediante el simulador. Con esto se analizaron parámetros y patrones de calidad del software, y la facilidad de uso para los especialistas.

**Palabras clave:** Paciente Virtual; SIACC; SimDeCS; Simuladores

#### Abstract

This paper presents the evaluation of two simulators of the type Virtual Patient called SIACC (Interdisciplinary Analysis System Clinical Cases) and SimDeCS (Simulator for Intelligent Decision Making in Health Care). This evaluation occurred with teachers and doctors in Universities of Brazil. The simulators were used and users have created and solved clinical cases, besides evaluating simulators. Thus determining the patterns of parameters of software quality and usability by specialists.

**Keywords:** SIACC; SimDeCS; Simulators; Virtual patient

---

\* Maestría em Ciencia de la Computación. Doctorado en Informática en la Educación de la UFRGS - Brasil. Profesor de la Universidade Feevale en los cursos de Informática y Maestría en Indústria Criativa. Directora del I3C - Instituto Curiosidade Ciencia e Criação. [martabez@gmail.com](mailto:martabez@gmail.com)

\*\* Bacharel en Ciencia de la Computación. Mestrando en Indústria Criativa. Director del I3C - Instituto Curiosidade Ciencia e Criação. [fstahnke@gmail.com](mailto:fstahnke@gmail.com)

## 1. INTRODUCCIÓN

En los entornos educativos cada vez se percibe un mayor dinamismo y cambios. Nuevos pasos de enseñanza surgen de manera rápida y junto a ellos, las tecnologías. Esas tecnologías, además de una opción, son una necesidad [1].

La enseñanza de la medicina, en el nivel universitario, provee una estructura involucrando largos períodos de estudios intercalados con la práctica clínica, siendo un desafío para el estudiante, unir todos los conocimientos y aplicarlos en la práctica [2], [3]. Existen, actualmente, varios simuladores que pueden apoyar este proceso y son ejemplos de esas tecnologías [4], [1], [5].

Una simulación computacional es, según Jong y Joolingen [6] “un programa que contiene un modelo de un sistema [natural o artificial] o un proceso”. Las simulaciones pueden soportar ejemplos de prácticas que incluyen la formulación de cuestiones, desarrollo de hipótesis, recopilación de datos o revisión de la teoría. Una simulación se puede entender como una reproducción o una representación simplificada de una situación real, evento o proceso.

Ziv, Ben\_David y Ziv [7] definen simulación como una técnica que utiliza un simulador, considerando la representación parcial o total de una tarea que va a ser replicada. Esa definición es complementada por [8], referente a modelos computacionales para estudio y previsión de eventos o comportamientos, con una amplia aplicación, principalmente en el sector de la educación.

En Ruten, Joolingen y Veen [9] se destaca que la literatura provee grandes evidencias de que la simulación computacional puede mejorar la enseñanza, principalmente siendo utilizada como laboratorio de tareas. Para Blake y Scalón [10], las posibles razones para el uso de simuladores en la enseñanza a través del computador son: ahorro de tiempo, posibilidad de repetición de experimentos, manipulación de distintas variables y posibles estados a ser estudiados y analizados, pruebas de hipótesis, entre otros. En el sector de la salud, que es el objetivo de este

trabajo, se puede citar a Stanford [11] que presenta como ventajas de simulación las siguientes: habilidad de probar situaciones de crisis antes de que ocurran en su parte clínica, habilidad de evaluar y reflexionar acerca de las tareas realizadas, disponibilidad de creación de situaciones artificiales creando situaciones que serían imposibles en un contexto real. Los simuladores permiten, principalmente en el sector de cuidados con la salud, una consideración con relación a decisiones acerca del impacto causado por las estrategias utilizadas.

Según Stanford [11], cuando los estudiantes participan de la rotación clínica, puede ocurrir un caso particular o un tipo de paciente nunca observado. Este caso puede ser simulado, dando la posibilidad a los alumnos de la obtención de información importante para su futuro profesional.

En este artículo se presenta la evaluación de dos simuladores de tipo Paciente Virtual. Las evaluaciones se realizaron durante un año con profesores y médicos en talleres realizados en COBEM (Congreso Brasileiro de Ensino de Medicina) y en una universidad donde se ofrecen cursos de salud.

Fueron en total tres talleres de tres horas de duración cada uno. En el inicio fueron presentados conceptos de simuladores y del paciente virtual. Después, fueron mostrados los dos simuladores para su evaluación: SIACC y SimDeCS. Los participantes tuvieron la oportunidad de crear casos clínicos y también solucionarlos.

Los dos simuladores son presentados en la segunda sección de este artículo. En la sección tres son expuestos y discutidos los resultados de las evaluaciones y, luego, son presentadas las conclusiones de este estudio.

## 2. SIMULADORES DEL TIPO PACIENTE VIRTUAL

La categoría de simuladores de Paciente Virtual, según Orton y Mulhausen [12], tiene la siguiente definición: “Paciente Virtual es un programa interactivo que simula la vida real en situaciones clínicas,

que permite el aprendizaje de profesionales de la salud, captando la historia clínica, exámenes y realizando diagnósticos y decisiones terapéuticas". En esta sección serán presentados los dos simuladores del tipo Paciente Virtual desarrollados y validados en talleres con profesionales de la salud.

## 2.1 Sistema Interdisciplinar de Análisis de Casos Clínicos – SIACC

Este es un sistema a ser utilizado en muchas áreas de la salud, por eso el término interdisciplinar. Los casos modelados en el SIACC son organizados con esta información: historia, examen físico, datos de laboratorio e imágenes (Figura 1). La disposición del contenido y de las preguntas propuestas en el transcurrir del caso, con enlaces a textos cortos e información adicional, debe permitir el estudio de las principales patologías observadas en la actuación del profesional médico, estimulando así el raciocinio diagnóstico. Es un sistema procedural, donde el alumno trabaja con una estructura pre definida por el profesor.

En el SIACC, profesor y alumno, pueden acceder al simulador a través de un navegador web, donde tienen la posibilidad de trabajar a distancia a través del uso de dispositivos como desktop, notebook, netbook, smartphone, entre otros. El software tiene un sistema de permisos y así el usuario puede recibir distintos privilegios de acceso/roles.

El simulador permite la creación de desvíos condicionales, lo que facilita la formulación de múltiples caminos que se pueden seguir. El profesor es el encargado de la elaboración de casos clínicos que proveen recursos para que el alumno se dé cuenta de que siguió por el camino equivocado, antes de concluir el caso, volviendo a las etapas necesarias para corregir su trayectoria de investigación. En la elaboración del caso, el profesor puede definir cuál es la condición que debe llevar el alumno para un camino u otro. Esa condición se basa en un criterio de evaluación que está presente en cualquier etapa que fue antes visualizada por el alumno. La creación de casos es realizada en fases: Datos de estudio, Etapas del caso de estudio y otras informaciones [13].

Figura 1. Pantalla de organización de los casos clínicos.



Es posible, también, configurar el sistema para que presente al alumno un feedback inmediato sobre las acciones realizadas, como la elección de exámenes o tratamientos, de manera parecida a lo que ocurre en casos reales, identificando si el alumno estaría apto para lidiar con una situación semejante. En los casos ficticios, donde el descubrimiento de conocimiento puede ser a través de búsqueda y error, el feedback se ofrece entre la presentación de los resultados y de los mensajes de orientación.

Al entrar en el simulador, el alumno selecciona el caso y es presentada la identificación del paciente, la queja principal y una descripción de la enfermedad. Después de la descripción de los aspectos de la historia médica del paciente, se muestra la representación del cuerpo del paciente, con puntos indicando aspectos importantes del examen físico que pueden ser observados cuando se pasa el ratón sobre ellos, a través de archivos de texto, sonido o multimedia. En la simulación, de acuerdo con la elaboración del caso por el profesor, el alumno podrá encontrar

preguntas de selección múltiple, permitiendo que se prueben sus conocimientos y que se seleccionen hipótesis diagnósticas, se elija exámenes complementares, así como la conducta ideal para el caso. A cada opción, se puede presentar un feedback, siendo el profesor el responsable por los mensajes que serán entregados. Además, se puede ofrecer otras pruebas, que se refieren a los exámenes complementarios que serán solicitados y, para cada test, un nuevo puntaje parcial es almacenado. Al fin de la ejecución, un resumen de las decisiones del alumno es presentado, donde se puede examinar puntos relacionados a sus opciones [13].

## 2.2 Simulador Inteligente para la Tomada de Decisiones Clínicas - SimDeCS

Este simulador tiene formalismos que lo definen, siendo fundamental que se entiendan estos conceptos para que los profesores puedan sacar el máximo provecho de sus recursos. El plan desarrollado es

Figura 2. La estructura del SimDeCS es presentada en [14].



explicado en detalle en sus cuatro fases (estructuración del conocimiento por el especialista, construcción de los casos clínicos por los profesores, conexión del alumno y feedback del simulador).

SimDeCS utiliza cuatro fundamentos importantes, siendo tres del área de Inteligencia Artificial, que ofrecen una estructura robusta y evidencia la investigación que lo fundamenta: Redes Bayesianas (RB), Diagrama de influencia (DI), Sistemas MultiAgentes (SMA), y uno que es derivado de la pedagogía y administración, la estrategia pedagógica [14].

El ambiente SimDeCS permite a los alumnos de medicina el análisis de varios casos clínicos, apoyando su aprendizaje, facilitando el desarrollo de sus habilidades técnicas y capacidades acerca de los diagnósticos formulados (Figura 2). La estructura del SimDeCS es presentada en [14].

El especialista estructura el conocimiento a través de la construcción de las RB (etapa 1). La representación del conocimiento es creada por los especialistas, teniendo como base las Directrices Clínicas de la Familia y Comunidad. Optar por el uso de RB tiene justificación en la revisión de literatura médica [15], indicando que el proceso de decisión y raciocinio es incierto, muchas veces con informaciones imprecisas.

Las RB construidas quedan disponibles para que los profesores puedan crear distintos casos de estudios clínicos (etapa 2), que son entregados a los alumnos. Al insertar libremente síntomas y señales disponibles en la red, el profesor propaga las probabilidades, haciendo que surja uno o más diagnósticos y sus respectivas conductas, modelando, así, el caso que será simulado por los alumnos. Los casos clínicos son almacenados en una Base de Datos (BD), compuesta por los nodos seleccionados por el profesor para las etapas de investigación, diagnóstico y conducta. En la BD también se almacena información adicional acerca del caso clínico, así como los datos del prontuario del paciente. Los nodos de la red que representan la investigación son almacenados en forma de preguntas, dadas en el simulador para que el alumno pueda investigar el caso clínico. Al

hacer una pregunta, el simulador consulta la red modelada por el profesor y obtiene una respuesta que expresa popularmente la probabilidad del nodo en aquel momento [16].

El profesor tiene la posibilidad de registrar un paciente, generando información básica que es insertada en la ficha provista por el simulador a los alumnos en el momento de la ejecución de los casos. Enseguida, el profesor puede generar el caso clínico con base en la información disponible en las RB. El relato inicial del paciente es un texto presentado al alumno en la apertura del caso. Los campos Señales y Síntomas, Históricos, Exámenes Físicos y Exámenes Complementarios representan nodos en la Base Bayesiana. A la vez que el profesor selecciona uno de esos artículos, sin percibir, propaga ese nodo en la red, surgiendo diagnósticos y conductas.

Con la ejecución de la simulación, el alumno tiene la compañía de un agente, que es denominado Aprendiz, que informa al Agente Mediador las decisiones tomadas por el alumno (etapa 3). El Agente Mediador recibe informaciones del ambiente que está siendo simulado y propaga en un DI (etapa 4) de donde surge una estrategia pedagógica a ser entregada al alumno. La combinación de la estrategia pedagógica con posibles errores cometidos por el alumno en la simulación, permite seleccionar el mensaje ideal a ser presentado.

Dos aspectos importantes son analizados en el comportamiento del alumno durante la simulación: la credibilidad y la confianza. La confiabilidad del alumno es declarada por él en las 4 etapas de la simulación: en el inicio del caso clínico, al final de la etapa de investigación, al final de la etapa de diagnóstico y cuando el alumno finaliza la conducta, permitiendo, en todos los casos, estar entre las opciones de baja, media y alta.

La credibilidad es definida por el acompañamiento que el agente aprendiz hace acerca del proceso de simulación del alumno. El agente aprendiz define la credibilidad del sistema en el alumno en una de las tres categorías: baja credibilidad (casos de indecisión o inseguridad), media credibilidad (en casos

en que el alumno retorna pocas veces a los modos de la simulación, alternando opciones o realizando más preguntas en la fase del diagnóstico) o alta credibilidad (cuando el alumno sigue la simulación de forma lógica y segura, con opciones pertinentes en la fase de investigación, diagnóstico y conducta) La credibilidad del sistema en el alumno es calculada con base en variables recolectadas durante el proceso de simulación. Entre ellas están: la lectura de la ficha del paciente, el número de nodos “bogus” (preguntas insignificantes en el caso clínico) cuestionados en el proceso de investigación, lo cual lleva en consideración las preguntas realizadas durante la anamnesis, el examen físico y complementarios solicitados, el diagnóstico y la conducta.

Los valores de los estados de los nodos del DI son determinados en el tiempo de ejecución, basados en informaciones registradas en el *log* generado durante la simulación por el agente aprendiz, que acompaña los pasos del alumno. El valor del estado de los nodos es insertado para extraer la mejor estrategia pedagógica a ser indicada al alumno [16]. El nodo utility crea una media ponderada entre los criterios que definen la utilidad del problema a ser decidido. Tal nodo deberá resultar en la opción de la mejor decisión, es decir, que sea buena u óptima en todos los criterios de manera simultánea, pero no es necesario que sea el mejor respecto a cada nodo individualmente. A partir del resultado de la combinación de los posibles estados en los nodos credibilidad y confianza, es generada la estrategia pedagógica a ser concedida al alumno, conforme a lo presentado en la Tabla 1.

Cinco estrategias pedagógicas están disponibles en el

SimDeCS: ampliación, contestación, comprobación, orientación y apoyo. El mensaje a ser presentado por el agente mediador al alumno depende de la estrategia que surge del DI y de los errores identificados (de investigación, de diagnóstico y de conducta).

### 3. ANÁLISIS DE LA VALIDACIÓN DEL SIACC Y DEL SIMDECS

A continuación, es presentado un análisis comparativo entre el SIACC y SimDeCS, a partir de los talleres realizados en el COBEM (Congresso Brasileiro de Ensino em Medicina) y en la Facultad de Medicina. Los dos simuladores fueron presentados, pero varió el número de participantes, (20 – SIACC y 18 – SimDeCS).

La comparación es realizada por grupos de preguntas, de acuerdo a la forma como fueron presentadas en el cuestionario entregado a los participantes. Para cada grupo de preguntas, se ha desarrollado una tabla comparativa. Las respuestas permitidas en cada cuestión fueron: CP – Estoy totalmente de acuerdo; C – Estoy de acuerdo; I – Indiferente, D – Desacuerdo; DT – Estoy Totalmente en desacuerdo.

#### 3.1. Metodología utilizada en el simulador

En términos de la metodología clínica utilizada en los simuladores, tanto SIACC como SimDeCS fueron muy bien evaluados.

Al preguntar si el simulador presentado favorece el pensar en el diagnóstico a partir de las evidencias, 100% de los entrevistados estuvo de acuerdo que sí. El SIACC fue mejor evaluado, pues casi la mitad

**Tabla 1.** Informaciones del Diagrama de Influencia [14].

		CREDIBILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
CONFIANZA	ALTA	Ampliación	Contestación	Contestación
	MÉDIA	Comprobación	Contestación	Orientación
	BAJA	Apoyo	Apoyo	Orientación

de los participantes (46,67%) afirman estar totalmente de acuerdo, mientras que en el SimDeCS el 35,71%. En los trabajos de Botezatu, Mult y Fors [1], cuando esa cuestión fue abordada, los autores llegaron a la conclusión que el desarrollo del raciocinio clínico está conectado a un abordaje gradual para resolver el caso. Dicho de otra manera, es más dependiente de un caso clínico bien desarrollado que de la herramienta.

De manera parecida, en el SIACC, 100% de los participantes estuvieron de acuerdo o estuvieron de acuerdo totalmente que el simulador ofrece, a partir de evidencias y diagnósticos, una fácil indicación de conducta. Y en el SimDeCS, 92,86% estuvieron de acuerdo y 7,14% de los participantes se sintieron indiferentes a ese hecho. Según los participantes, tanto en el SIACC como en el SimDeCS, 100% de ellos creen que los recursos disponibles son suficientes para el estudio de un caso clínico.

En lo que se refiere a la presentación del feedback que posibilita que el alumno retome una cuestión y la corrija, facilitando el aprendizaje, en el SIACC 100% de los participantes estuvieron de acuerdo, en el SimDeCS 85,72% estuvieron de acuerdo y 14,29% fueron indiferentes a esa cuestión. Cuando se cuestionó si al finalizar el ejercicio el simulador ofrece oportunidad a los alumnos de ver nuevamente el proceso de resolución del caso clínico, permitiendo mejor su entendimiento y aprendizaje del contenido, en el SIACC 100% estuvieron de acuerdo, en el SimDeCS 92,85% estuvieron de acuerdo y 7,14% demostraron indiferencia. Botezatu, Mult y Fors [1] evidencian en sus resultados que reconocer y corregir el error en un ambiente seguro es muy importante para un aprendizaje con éxito, y que los errores son más difíciles de ser repetidos en la práctica clínica. Permitir, pues, que el alumno observe su trayectoria, observe los errores y aciertos en el trascurso del proceso, posibilita una revisión de los contenidos estudiados.

Los artículos acerca de los Pacientes Virtuales analizados en la trayectoria de esta investigación son semejantes al SIACC, en lo que se refiere a interfaz y la manera de raciocinio clínico, principalmente

los desarrollados en [1] y en [12]. Botezatu, Mult y Fors [1] evaluaron, en el uso del simulador Web-SP, las cuestiones entrevista con el paciente, exámenes físicos y de laboratorio, diagnóstico y tratamiento, de manera muy semejante a esa evaluación, llamada cuadro de metodología clínica.

### 3.2. Funcionalidades del simulador

En lo que se refiere a funcionalidades de los simuladores, de manera general, ambos fueron bien evaluados. Al preguntar si la descripción inicial y secuencial del simulador es clara y objetiva, llevando el alumno a entender lo que debe ser hecho, en el SIACC, 100% de los participantes estuvieron de acuerdo y, en el SimDeCS, 92,86%, siendo 7,14% indiferentes. El SIACC fue mejor evaluado, pues 40% afirmaron estar de acuerdo totalmente, mientras que en el SimDeCS, apenas 21,43% de los participantes estuvieron de acuerdo totalmente. Smith y Roehrs [4] a partir de sus experimentos, llegaron a la conclusión que los objetivos claramente definidos produjeron satisfacción y autonomía a los alumnos.

En lo que respecta a si es permitida la adecuada ejecución del simulador, en el SIACC, 100% estuvieron de acuerdo, en el SimDeCS, 85,72% de acuerdo y 14,29% fueron indiferentes. Botezatu, Mult y Fors [1], en su experimento, concluyen que aspectos de ejecución adecuada son importantes para alcanzar el objetivo educacional.

En cuanto a las cuestiones de integridad y confiabilidad de la información en el simulador, en el SIACC, 100% de los participantes indicaron su existencia, mientras que en el SimDeCS 92,86% y 7,14% fueron indiferentes a esa cuestión. Es importante darse cuenta que ese ítem evalúa mucho más el caso clínico que la herramienta de simulación. El caso presentado en el SIACC, para los integrantes de los talleres, fue creado por una profesora de Nefrología, con experiencia en el desarrollo de casos clínicos, mientras, en el SimDeCS, fue creado por un médico sin formación o experiencia pedagógica. Ese hecho puede contribuir para la diferencia de evaluación entre los dos

simuladores, pues, de acuerdo con Botezatu, Mult y Fors [1] la integridad y la confiabilidad dan más eficiencia en los casos estudiados.

En lo que se refiere a precisión de resultados parciales y finales, en el SIACC 93,33% estuvieron de acuerdo que el simulador presenta resultados precisos, mientras 6,67% fueron indiferentes. En el SimDeCS 71,43% estuvieron de acuerdo con esa afirmación, 14,29% fueron indiferentes y 14,29% estuvieron en desacuerdo. Ninguno de los autores estudiados abordó esa cuestión. En las discusiones con el grupo de profesores del proyecto, ellos definieron este aspecto como fundamental, una vez que el aprendizaje en los simuladores será llevado a la práctica médica.

En cuanto a los preceptos éticos y morales de la salud, en el sistema SIACC, 93,33% de los encuestados indicó que éstos se cumplen y el 6,67% se mostró indiferente. En SimDeCS, 78,57% estaban de acuerdo y 21,43% se mostró indiferente. Los preceptos éticos y morales son altamente dependientes del caso clínico desarrollado en el simulador, lo que significa que los maestros, para desarrollar sus casos clínicos, deben ser conscientes de este aspecto.

En cuanto al acceso de seguridad a través de contraseñas y perfiles diferentes, en SIACC, 86,67% de los participantes estaban de acuerdo en que el simulador tiene esta característica, y 13,33% se mostró indiferente a este factor. En SimDeCS, 83,71% de los participantes de los talleres estaban de acuerdo y 14,29% si mostró indiferente. En los artículos analizados, este aspecto no ha sido evaluado, pero, es importante con el fin de poder controlar el estudiante durante la simulación y puede proporcionar información sobre sus avances en la resolución del caso, así, permitiendo que el estudiante regrese a un caso estudiado.

### 3.3. El uso del simulador

En términos de la facilidad de uso de los simuladores, en general, ambos fueron muy bien calificados. Cuando se preguntó a los participantes si la interfaz

del simulador facilita su uso intuitivo, en SIACC, el 93,33% de los participantes estuvo de acuerdo en que el sistema es intuitivo y 6,67% no lo estuvo. En SimDeCS, el 92,82% estuvo de acuerdo y el 7,14% se mostró indiferente a esto. Esto demuestra que ambas interfaces parecen intuitivas para los usuarios. Atribuían eso al hecho de que las interfaces están al lado de los sistemas que se utilizan en su día a día. En los análisis de Botezatu, Mult y Fors [1], el simulador Web-SP fue percibido con problemas en relación con menús artificiales y opciones de acceso a contenidos engañosos. Esto no ocurrió en el SimDeCS ni en el SIACC.

En cuanto a la facilidad de usar las funciones en los simuladores, tanto en SimDeCS como en el SIACC, el 100% indicó ser fácil. Esto refleja que los simuladores tienen una estructura de interfaz bien aceptada por los usuarios.

En cuanto a la facilidad de aprendizaje en el uso de los simuladores, el SIACC presentó una tasa de concordancia de 93,33% y 6,67% en desacuerdo a ese factor, mientras que en SimDeCS, la tasa de concordancia fue del 100%. Para la facilidad de operación y de control, ambos simuladores tienen la misma evaluación de la opción anterior.

Se preguntó si hay claridad en el contenido de la ayuda mientras se ejecuta el simulador. En SIACC, 93,33% de los encuestados dijo que sí, y 6,67% mostró indiferencia a esta pregunta. En SimDeCS, 78,77% estaba de acuerdo, 7,14% se mostró indiferente y 14,29% no estaba de acuerdo. El SIACC tiene un sistema de ayuda online involucrado en el simulador. En SimDeCS, esta funcionalidad no se ha implementado, eso justifica la superioridad del SIACC en este punto.

### 3.4 El aprendizaje en el simulador

En términos de aprendizaje y el uso de los simuladores, en general, ambos fueron muy bien evaluados. Cuando se preguntó si el simulador permite al usuario retener el conocimiento, en SIACC, 100% de los encuestados indicó que sí. En SimDeCS,

85,71% respondió que sí, y 14,29% indicó ser indiferente a ese hecho. Bradley [17] indica que el uso de simuladores en la educación médica tiene como beneficio la retención del conocimiento. Botezatu, Mult y Fors [1] separan una clase de estudiantes en dos grupos, uno con las clases regulares y un uso de la web-SP durante 4 meses. Más tarde, se aplicaron pruebas iguales a los dos grupos. Los estudiantes que utilizaron el simulador, tuvieron clasificaciones superiores a los demás, lo que indica que el simulador aumentó su retención del conocimiento.

Se preguntó si los simuladores pueden considerarse herramientas de motivación para el aprendizaje. En el caso de los dos simuladores, 100% de los encuestados cree que sí. Botezatu, Mult y Fors [1] reportaron que en el simulador Web-SP uno de los aspectos más destacados por los estudiantes fue que esta herramienta puede aumentar la motivación para el aprendizaje.

Cuando se preguntó si la retroalimentación disponible en el simulador es apropiada, en el SIACC, 100% respondió que sí. En SimDeCS, 92.86% indicó que suficiente y 7,14% indicó que no es la adecuada. Botezatu, Mult y Fors [1] reportaron que la retroalimentación es altamente deseable en los resultados del paciente y el efecto del tratamiento, ya que esto aumenta el realismo. En el simulador Web-SP, los estudiantes reciben acceso al módulo de retroalimentación con un análisis detallado del caso. En el simulador Geriasim [12], un tutor virtual proporciona el seguimiento y retroalimentación y el estudiante puede seleccionar las preguntas para el mentor, recibir capacitación y acceso a la información sobre los síndromes, los principios y las prácticas dirigidas.

Para el SIACC, de acuerdo con la creación del caso por parte del profesor, el alumno puede encontrar pruebas de opción múltiple, que le permite validar sus conocimientos y seleccionar hipótesis diagnósticas, pruebas y la gestión óptima del caso clínico. Para cada selección, la retroalimentación puede ser presentada, dependiendo de la información que el

maestro coloque a disposición. En el SimDeCS, la retroalimentación es proporcionada por un agente inteligente, que monitorea el progreso del estudiante durante la simulación y dispara estrategias pedagógicas, tratando de corregir el curso del estudiante (si es necesario) o proporcionar el apoyo a sus decisiones.

Cuando se preguntó a los participantes de los talleres si el simulador permite una mayor participación de los estudiantes, interfiriendo en la relación pedagógica profesor-estudiante en SIACC, 100% de los encuestados indicó que lo permite. En SimDeCS, 92.86% indicó que sí y 12,50% que eran indiferentes. Los simuladores estudiados no analizan este aspecto, sin embargo, se sabe que la mayor participación de los alumnos en su propio aprendizaje es una de las principales características de los métodos activos de aprendizaje.

Cuando se preguntó si el simulador promueve la autonomía del alumno, tanto en SIACC, como en SimDeCS, 100% respondieron positivamente. El gran reto de este siglo es la perspectiva del desarrollo de la autonomía, evidenciado en los métodos activos de aprendizaje. La LDBEM (Ley de Directrices y Bases de la Educación Médica) destaca el incentivo para aprender por toda la vida. El profesional de la salud debe ser capaz de seguir los cambios y las transformaciones del mundo y aprender sin la responsabilidad de un tutor o guía.

Cuando se preguntó si es posible utilizar el simulador como un recurso efectivo en la educación médica, en SIACC, 100% de los encuestados indicó que sí. En el caso de SimDeCS, 92.85% estuvo de acuerdo, y 7,14% se mostró indiferente a este aspecto. Según Botezatu, Mult y Fors [1] los estudiantes entrevistados indicaron que un simulador debe utilizarse en todas las especialidades clínicas, debido a que el conocimiento adquirido en el uso de simuladores puede ser directamente transferible a la vida real. Bradley [17] indica que la transferencia de la formación de la clase a una situación real se refuerza cuando se utilizan simuladores.

## 4. CONCLUSIONES

Este artículo presenta los resultados de la evaluación de dos simuladores del tipo paciente virtual. Todos los aspectos en los dos simuladores fueron muy bien evaluados. Aquellos que eran indiferentes y/o tenían algún desacuerdo deben ser revisados, buscando especial cuidado al crear los casos clínicos, con respecto a la exactitud de la información contenida en el simulador. Dos aspectos son dignos de mención, porque recibieron algún desacuerdo de los participantes del taller: precisión en los resultados, que depende de los profesores cuando crean los casos clínicos, y el acceso a Internet, que debe recibir atención por parte de los desarrolladores con el fin de encontrar la manera de aligerar el simulador SimDeCS para que funcione en cualquier plataforma y velocidad.

Estos son indicios de que los simuladores deben pasar nuevas pruebas y fracasos y deben ser corregidos antes de su uso por los alumnos en el curso. Cabe señalar, también, que el monitoreo de los desarrolladores durante los talleres permitieron conocer el momento en que se producen los problemas y en qué casos sucede, lo que facilitó el ajuste en los simuladores.

Deben realizarse experimentos con los estudiantes para verificar en la práctica si lo ocurrido con el simulador Web-SP (retención de conocimientos, mejores calificaciones) sucederá con el SIACC y el SimDeCS. En los talleres realizados se puede creer que sí, teniendo como base las opiniones de los profesores, pero sin que esta hipótesis sea probada en la práctica.

Las respuestas obtenidas en los talleres permiten verificar que los dos simuladores se pueden utilizar como un recurso efectivo en la educación médica. Para que esto ocurra, los ajustes percibidos como necesarios en los talleres, deben ser realizados en el SimDeCS y SIACC. Además, estos deben ser probados a fondo en los aspectos técnicos y validados con respecto a la enseñanza médica.

En términos de usabilidad, los dos simuladores

superaron las expectativas de un primer taller con los profesores. Se cumplieron los criterios de facilidad de aprendizaje, facilidad de recordar cómo realizar una tarea después de algún tiempo, velocidad en el desarrollo de las tareas, baja tasa de errores y satisfacción subjetiva del usuario.

## 5. REFERENCIAS

- [1.] M. Botezatu, H Hult, U. G. Fors, "Virtual patient simulation: Knowledge gain or knowledge loss?", *Medical Teacher*, vol. 32, n°. 7, pp. 562-568, 2010.
- [2.] M. Forte, W. L. de Souza, A. F. Prado, "Portfólio Eletrônico Ubíquo no Aprendizado de Medicina". *Anais do XII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde – CBIS*, n°12, pp 1-6, 2010.
- [3.] S. D. Brookfield, "The power of critical theory: liberating adult learning and teaching". 1ª.ed. San Francisco: Jossey-Bass, 2005, pp. 414.
- [4.] S. J. Smith, C. J. Roehrs, "High-fidelity simulation: Factor correlated with nursing student satisfaction and self-confidence". *Nursing Education Perspectives*, vol. 30, n°. 2, p.77-78, 2009.
- [5.] A. Holzinger, M. D. Kickmeier-rust, S. Wassertheurer, M. Hessinger, "Learning performance with interactive simulations in medical education: Lessons learned from results of learning complex physiological models with the HAEMOdynamics SIMulator". *Computer & Education*, vol. 52, n°. 2, pp.292-301, 2009.
- [6.] T. Jong, W. R. Joolingen, "Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains". *Review of Educational Research*, vol. 68, n°. 2, pp.179–201, 1998.
- [7.] A. Ziv, S. Ben-David, M. Ziv, "Simulation Based Medical Education: an opportunity to learn from errors". *Medical Teacher*, vol. 27, n°. 3, pp.193-199, 2005.
- [8.] J. Bass, "Revolutionizing Engineering Science through Simulation". *Simulation-Based*

- Engineering Science, Virginia: National Science Foundation. Pp. 66.
- [9.] N. Ruten, W. R. Joolingen, J. T. Veen, "The learning effects of computer simulations in Science education". *Computer & Education*, vol. 58, n°. 1, pp.136-153, 2011.
- [10.] C. Blake, E. Scanlon, "Reconsidering simulations in science education at a distance: features of effective use". *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 23, n°. 6, pp.491-502, 2007.
- [11.] P. G. Stanford, "Simulation in Nursing Education: a review of the research". *The Qualitative Report*, vol. 15, n°. 14, pp.1006-1011, 2010.
- [12.] E. Orton, P. Mulhausen, "E-learning virtual patients for geriatric education". *Gerontology & Geriatrics Education*, vol. 28, n°. 3, pp.73-88, 2008.
- [13.] R. L. Sebastiani, M. K. Zago, A. Montovani, M. R. Bez, R. Bruno, A. Dahmer, C. D. Flores, "Ferramenta de Autoria para Construção de Casos Clínicos Interativos para Educação Médica". *Anais do XII Workshop de Informática Médica*, vol.1, pp. 1-10, 2012.
- [14.] M. R. Bez, C. D. Flores, J. M. Fonseca, V. Maroni, P. R. Barros, R. M. Vicari, "Influence Diagram for selection of pedagogical strategies in a multi-agent system learning". *Ibero-American Conference on Artificial Intelligence*, vol 1, pp. 621-630, 2012.
- [15.] D. L. Simel, "Approach to the Patient: History and Physical Examination". *Cecil Medicine*, 23<sup>a</sup> ed.: Saunders Elsevier, 2010.
- [16.] M. R. Bez, "Construção de um Modelo para o Uso de Simuladores na Implementação de Métodos Ativos de Aprendizagem das Escolas de Medicina". Tese de Doutorado em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2013.
- [17.] P. Bradley, "The history of simulation in medical education and possible future directions". *Medical Education*, vol. 40, n°. 3, pp.254-262, 2006.