



**MARIO. PACIENTE VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA Y EVALUACIÓN
MEDICA
SEGUNDA FASE – PRUEBA EXPERIMENTAL**

Eliana Cristina Ureche Gámez
CC 1122815449
Correo: eliana.ureche@unisimonbolivar.edu.co

Trabajo de Investigación del Programa Medicina Interna

Tutores:

Reinaldo Villareal- Gonzalez
Director de Laboratorio Macondolab

José R. Consuegra Machado
Decano de Programa de Medicina Universidad Simón Bolívar

RESUMEN

La arquitectura técnica del sistema de Mario es concebida como un algoritmo para creación de conversaciones, basado en técnicas de machine learning. El funcionamiento se basa en un lenguaje de etiquetas o maquetado llamado AIML que es un lenguaje de marcado basado en XML.

Los lenguajes utilizados para su programación son Python, para la programación base de todo el sistema, adicionalmente se utiliza el framework web Django como motor de renderizado web, JavaScript para la interacción entre la interfaz y la programación principal y por último AIML que comprende lo relacionado a la conversación y sus tópicos.

La programación base consiste en un servidor (Django) que despliega las interfaces de comunicación, la inicialización de los servicios requeridos como son audio y servicios para los canales de socket, entre otros. Una vez inicializado el sistema, se muestran las interfaces de interacción con MARIO, esto a través de un portal dividido en dos paneles, el primero con la conversación en tiempo real entre el médico y el paciente, con un botón que permite la grabación del sonido y por ende la interacción con el paciente; y el otro panel con una imagen gráfica del paciente en un ambiente de interacción 3D que permite identificar padecimientos al observar. Sobre este panel de interacción se puede rotar y mover el paciente para hacer una observación a detalle.

Al fondo de todo se tiene un sistema de reconocimiento de voz que toma la grabación realizada a través de la interfaz cliente, entregando mayor privacidad ya que el procesamiento de la voz se lleva a cabo en el equipo local del médico, luego se procesa y se envía al sistema base para su análisis y posterior resultado que refleja la respuesta del paciente hacia la interacción del médico, esta respuesta puede ser por voz o por algún movimiento o gesto que realiza su parte visual. El análisis que realiza el sistema base comprende lo mencionado anteriormente con el lenguaje de AIML.

Las sesiones de trabajo durante la alimentación del software de simulación médica "Mario" se realizaron bajo una programación de 4 horas semanales, repartidas usualmente en dos días a la semana de manera presencial en el laboratorio de prototipaje de MacondoLab, centro de crecimiento empresarial de la Universidad Simón Bolívar. Durante estas sesiones se fue evolucionando poco a poco el contenido y los insumos entregados para el software de simulación. Inicialmente en las primeras sesiones se describió el funcionamiento del software bajo su configuración inicial con el fin de identificar las posibles enfermedades que podrían ser utilizadas como insumo, en este caso relacionadas al sistema digestivo.

Teniendo identificadas las enfermedades se estableció un protocolo para la organización de la información de acuerdo con los lineamientos técnicos que presenta el software, este protocolo se conforma de la siguiente forma.

1. Inicialmente se debe separar cada enfermedad, a pesar de que presenten síntomas similares, para entrenarlas una a una en el software.
2. Por cada una de las enfermedades identificadas se realiza un guion médico-paciente en el cual se plasme inicialmente una conversación alineada con lo que la enfermedad refiere, es decir, que en esta conversación se mencionen los síntomas que pueden describir a la enfermedad.
3. Una vez se cuenta con un hilo conductor principal, el software de simulación debe nutrirse de todas aquellas posibilidades léxicas o situaciones ocurridas que resulten en el mismo diagnóstico o enfermedad. Esto nos permite contar con mayores opciones y entregar escenarios cambiantes para cada médico o durante cada ejecución
4. Contando con el hilo principal y con las demás posibilidades pasamos al entorno técnico, en el cuál se lleva la conversación inicial (hilo principal) al documento cuyo formato es AIML (Artificial Intelligence Markup Lenguaje), que sigue un formato basado en XML.
5. Una vez armado la conversación principal se llevó a cabo la alimentación secundaria o de posibilidades incluyendo la mayor cantidad de opciones posibles para dinamizar el funcionamiento de la simulación.
6. Al finalizar la construcción del archivo AIML este es testeado inicialmente mediante un script codificado en Python que toma este archivo AIML y brinda una interfaz de consola en el cual el usuario final puede escribir las opciones que requiera y hacer uso del sistema de simulación conociendo el resultado de la construcción del archivo anteriormente creado.
7. Las pruebas permiten la identificación de errores, que una vez corregidos pueden ser llevados a un ambiente más productivo, en donde se une con la interfaz gráfica y da espacio a lo que se muestra como sistema de simulación.

Antecedentes:

Para iniciar es necesario mencionar que la mala praxis se denomina según lo refieren Ávila, Cortes, Hernández y Vargas (2016), como la “omisión, descuido voluntario, el desarrollo de actos no apropiados, la inobservancia mínima de las técnicas y procedimientos médicos que causan lesiones al paciente se constituyen junto con la impericia y la imprudencia una vulneración a la Lex Artis Ad Hoc. Por lo que existe cuando por conjunción de actos generadores de culpa se provoque un daño físico parcial o total, y que en muchos de los casos tiene efectos irreversibles” (Cortes, Hernandez, Vargas, 2016).

El acto médico comprende a la responsabilidad medica como su eje, la cual tiene alcance de índole civil, penal, administrativo, ético y fiscal, y los elementos generadores de culpa frente a la mala praxis estando relacionado con esta la impericia médica, cuando el médico realiza su actuación profesional sin el

conocimiento, la habilidad o la capacidad profesional requerida para realizar un tratamiento o intervención adecuada, impericia que se puede evitar con el debido aprendizaje y el uso de herramientas adecuadas para el mismo (Serrano, 2000). En otras palabras, se puede afirmar que la mala praxis está relacionada con la inadecuada preparación.

Al respecto de los efectos de la mala praxis, un estudio realizado en el año 2007, identificó 162 casos con un 45% de error médico, que implicó un 38.8% de procesos penales y un 46.2% de errores mortales en estos procesos (Marulanda, 2007). Un estudio reciente efectuado en unidades de cuidado intensivo, dio a conocer que en 185 incidentes el 37% correspondió a errores no prevenibles, siendo un 24,6% calificado como de baja importancia clínica, pero con un 83% como factor de potencial evento adverso y una generación de un 17% de evento adverso (Kopp, Erstad, Allen, Theodorou, 2006). Desde una perspectiva jurídica dos estudios documentan sobre sentencias de índole civil relacionadas con especialidades como ginecología y obstetricia con un 13,5%, cirugía ortopédica y traumatología con un 12,3%, urgencias con un (9,7%), cirugía y medicina estética con un 8,1%, e infectología con un 6%, siendo un 46% de las sentencias apreciadas por mala praxis, con una media en la cuantía media de las indemnizaciones \$270' 394.420 (Perea, 2013; Támara, Jaramillo, n.d.).

Además de solventar los problemas que plantea el cambio de modelo asistencial para la formación de los profesionales de la salud y de asegurar la intimidad del paciente e incrementar su seguridad, el uso de las simulaciones en educación médica comporta importantes ventajas desde el punto de vista educativo, y que convierten el entrenamiento basado en la simulación en la herramienta ideal para afrontar algunos de los nuevos retos de la educación médica y la mala praxis (Palés, 2010).

La simulación es un conjunto de técnicas para recrear aspectos del mundo real; típicamente para reemplazar o amplificar experiencias verdaderas (Gaba, 2004). En un enfoque pedagógico la simulación es un término genérico para la representación artificial de un proceso de la vida real, que pretende lograr metas educativas por medio del aprendizaje de experiencias (Flanagan, Nestel, 2004). Por lo que, en este sentido, es útil en el entrenamiento médico.

La simulación de experiencias clínicas es un conjunto de métodos que facilitan a los estudiantes la adquisición de habilidades y destrezas clínicas, en escenarios semejantes a los reales, sin poner en riesgo a los pacientes (Ypinazar, 2006). Aunque se puede considerar que la discusión de casos clínicos y la presentación de diversos escenarios para evaluación son formas de simulación, los antecedentes del uso de los simuladores modernos se sitúan en la década de los veinte, cuando Edgard Link, desarrolló los simuladores de vuelo para entrenamiento de pilotos. En la década de los setenta, también para la aviación, se desarrollaron simuladores para el manejo de crisis, promoción del trabajo en equipo y liderazgo. El uso de esta tecnología en medicina se inició en las últimas dos décadas en el campo de la anestesiología (Pugh, Salud, 2007; Ypinazar, 2006). En la actualidad se han convertido en ayudas para el aprendizaje y en sistemas de integración entre las ciencias básicas y las clínicas (Ausubel, Novak, Hanesian, 1983; Palés, 2010; Ruiz, Angel-Müller, 2009). Por lo que queda demostrado que la simulación desde su inicio

ha sido beneficiosa en el aprendizaje, en la disminución del riesgo y en el aumento de la calidad en el desempeño frente a situaciones reales.

La simulación no reemplaza los escenarios clínicos reales pero permite que el estudiante aprenda, en medios controlados, contribuyendo a mejorar sus habilidades clínicas y a disminuir la ansiedad ante la realización de un examen o un procedimiento (Ausubel, Novak, Hanesian, 1983). Por lo tanto contribuye a mejorar el cuidado y los desenlaces de los pacientes (Pineda, García, Tehelen, Ruiz, 2014). Los simuladores y la simulación son herramientas complementarias que pueden acelerar el aprendizaje y enriquecer las verdaderas interacciones con los pacientes, las cuales siguen siendo la base de la educación médica (Flanagan, Nestel, 2004). Por lo tanto, los simuladores se deben considerar como parte de un conjunto de herramientas complementarias para el entrenamiento y no en competencia con otras formas de pedagogía tradicionales.

La simulación presenta ventajas en el aprendizaje (Jameson, 2008; Palés, 2010; Pineda, García, Tehelen, Ruiz, 2014; Ypinazar, 2006), de las cuales se pueden mencionar entre otras la reflexión y retroalimentación inmediata, adquisición y retención del conocimiento (Pugh, Salud, 2007), uso del mismo escenario, planeación y desarrollo de casos clínicos basados en las necesidades del estudiante, práctica continua y repetitiva, trabajo en equipo, habilidades de comunicación, liderazgo, manejo del estrés y toma de decisiones en circunstancias de apremio (Palés, 2010), uso para diversas carreras, uso individual o grupal, permite el curso clínico del error para conocer las consecuencias, establecer la retroalimentación y hacer las correcciones pertinentes, mejora las habilidades clínicas antes de la práctica, permite el contacto y manejo con equipos, entre otros, en donde queda plasmada las ventajas y beneficios de la simulación en la educación médica (Pugh, Salud, 2007).

Al tratarse el proyecto de un simulador virtual, es necesario mencionar que los simuladores de realidad virtual usualmente están compuestos por una interfase háptica (para crear la sensación táctil) y un programa de simulación con realidad virtual. La realidad virtual utiliza la pantalla de un computador como una ventana a través de la cual se puede ver un mundo casi real (Nadler, 2010).

El desarrollo que ha tenido la biomedicina durante los últimos años, asociado al avance acelerado de la tecnología, ha producido cambios en las posibilidades de entrenamiento médico que se brindan a través de estas modalidades. Recientemente han surgido nuevos métodos didácticos, que incluyen la utilización de equipos computarizados donde se pueden simular casos o situaciones clínicas, lo cual abre las puertas a nuevas alternativas educativas.

En la actualidad, el contacto que tienen los estudiantes de medicina con los pacientes es cada vez menor, no solo por las exigencias cada vez mayores de los sistemas de salud, sino por las restricciones a la práctica que se imponen en el sistema de salud. Así mismo, las rotaciones clínicas no son lo suficientemente prolongadas para cubrir todos los temas de todas las aéreas, y en ocasiones, aun cuando se quisiese, no se presentan pacientes con determinado síndrome a consulta (Gazitúa, 2019). Adicionalmente, el entrenamiento médico ocurre, sobre todo, en los hospitales, y los pacientes presentan enfermedades que comúnmente no reflejan todo el espectro observable en la población (Nadler, 2010).

Por ejemplo, en las unidades de salud mental es poco común tener la oportunidad de ver a pacientes con trastornos disociativos, con síndrome neuroléptico maligno o con hipocondría. Algunas universidades de Estados Unidos y de Canadá, donde, posiblemente, estas dificultades han sido mayores, han buscado dar fin a la problemática mediante el uso de los pacientes virtuales (PV). Los PV son casos o ejemplos preparados en programas de computador, que simulan escenarios clínicos y así le permiten al estudiante pensar en situaciones simuladas ante las cuales tiene que tomar decisiones diagnósticas o terapéuticas (Nadler, 2010).

Los PV se pueden definir como una situación de interacción mediante un computador, en la cual se presenta un escenario clínico con el propósito de entrenamiento médico, educación o mejoramiento de la práctica. Esta nueva tecnología fue inicialmente creada para llenar los vacíos en la educación médica (específicamente, en escenarios poco comunes), y su propósito actual es exponer a los estudiantes tanto de pregrado como de posgrado a enfermedades o situaciones que deben conocer, pero las cuales, durante su entrenamiento, como ya se comentó, ellos no alcanzan a apreciar (Amaya, 2012).

Finalmente, los PV le permiten al estudiante practicar y tomar decisiones sin enfrentar las consecuencias negativas de escoger alternativas erróneas, y, a la vez, teniendo retroalimentación acerca de los pasos, adecuados o no, que ha seleccionado (Reinoso, Tamarit, 2012). Los PV se deben diferenciar de los pacientes estandarizados (actores que simulan ser pacientes) y de los simuladores de alta fidelidad, como los maniqués. Los PV no solo pueden representar a cualquier paciente con cualquier enfermedad, sino que también ofrecen ventajas en cuanto a diseminación, diversidad y facilidad para cambiar los cuadros clínicos (Amaya, 2012).

Se ha podido demostrar que el uso de las simulaciones acorta el tiempo necesario para el aprendizaje de las habilidades, especialmente porque se puede repetir el entrenamiento tantas veces como sea necesario hasta adquirir las habilidades entrenadas y en un menor tiempo. Además las curvas de aprendizaje basadas en la simulación son mejores que las curvas basadas en el entrenamiento clásico (Palés, 2010).

Por otra parte el entrenamiento basado en la simulación permite el error que se puede llevar hasta sus últimas consecuencias sin repercusiones reales. El estudiante se puede enfrentar a situaciones desafiantes en un ambiente seguro donde el error está permitido y aprender de los errores sin dañar al paciente. De hecho, se trata de una formación guiada por el error. Los errores son experiencias de aprendizaje y ofrecen grandes oportunidades de mejorar a través del aprendizaje de estos, y la capacidad de aprender de los errores se multiplica al observar los estudiantes los errores de sus compañeros (Palés, 2010).

El entrenamiento basado en la simulación permite corregir la falta de experiencia clínica y los fallos en la coordinación del equipo de profesionales. Es una formación orientada hacia el que aprende, teniendo en cuenta sus necesidades y su ritmo individual. La enseñanza basada en las simulaciones permite el aprendizaje de experiencias prácticas en diferentes tipos de entornos, desde los más simples a los más complejos, desde los más habituales a los poco comunes (Palés, 2010).

La enseñanza basada en las simulaciones permite que el estudiante reciba feedback en tiempo real de profesores y compañeros y reflexione sobre la acción por lo cual permite la evaluación de tipo formativo. Pero además al proveer un escenario o un entorno educativo estandarizado, reproducible y objetivo permite la evaluación con carácter sumativo. Finalmente las habilidades adquiridas mediante la simulación son transferibles a la realidad (Palés, 2010).

La educación médica basada en la simulación encuentra su aplicación en todas las etapas del continuum educativo de los profesionales de la salud, para adquirir experiencia en múltiples técnicas, reforzar la adquisición de habilidades deficitarias, y en la evaluación tanto de carácter formativo como para la licencia o la recertificación (Palés, 2010).

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un proyecto de software que permita la enseñanza y evaluación de semiología en los estudiantes de pregrado en medicina de la universidad simón bolívar.

Objetivo específicos

- Diseñar un módulo con casos del sistema gastrointestinal para ser utilizado como en la simulación.
- Desarrollar un software que permita al estudiante desarrollar destrezas y habilidades en el diagnóstico de patologías gastrointestinales.
- Desarrollar un software que permita evaluar el grado de conocimiento técnico-practico adquirido en el simulador.

Materiales y Métodos:

El modelo del presente estudio corresponde a un proyecto de desarrollo tecnológico a partir del desarrollo de un software que comprende casos de enfermedades respiratorias con desenlaces que impliquen diagnóstico, tratamiento, prevención y ayudas diagnosticas. En este sentido, la metodología no ha requerido cambios, ni modificaciones diferentes a la estructura algorítmica del software de simulación, por lo que el diseño metodológico se ha cumplido a cabalidad hasta la fecha. Adicionalmente a este diseño se le apporto la suficiente evidencia científica para soportar su planteamiento.

Resultados:
PROYECCIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS FRENTE A LOS IMPACTOS REGISTRADOS EN EL PROYECTO

TIPO DE IMPACTO	DESCRIPCION DEL IMPACTO	PROYECCION DEL IMPACTO
Generación de nuevo conocimiento y/o nuevos desarrollos tecnológicos	Diseño y desarrollo de software de simulación de semiología Gastrointestinal	Existencia del simulador virtual como nueva técnica pedagógica, del cual están pendientes las pruebas
Fortalecimiento de la comunidad científica local, regional y nacional	Software de entrenamiento mediante simulación de semiología Gastrointestinal	Una vez comprobada su efectividad se logrará el uso de un simulador virtual como herramienta de enseñanza en la educación medica
Apropiación social del conocimiento	Desarrollo de software educativo. Nuevo modelo de educación medica Desarrollo de estrategia para prevenir la mala praxis	Pendiente la implementación del software de simulación de semiología en la institución educativa universitaria para formación de estudiantes de medicina. Prevención de la mala praxis por insuficiente o inadecuado entrenamiento o conocimiento.

Conclusiones:

Actualmente no se cuenta con información sobre pacientes virtuales en Colombia, por lo que en la zona norte del país sucede lo mismo, lo cual una vez puesto en marcha la simulación de la semiología gastrointestinal, permitirá evidenciar las ventajas, virtudes y bondades de esta estrategia pedagógica para el estudiante de Medicina, y respecto a la evidencia sobre el aprendizaje con simulación y las facilidades que actualmente permite la tecnología, es estratégico utilizar este medio en la educación médica.

Teniendo en cuenta esta posibilidad que nos brinda el desarrollo tecnológico y su sucesiva implementación y aplicación en el área de la salud, especialmente en la medicina, es que el presente estudio ha alcanzado el desarrollo de la propuesta de

desarrollo de un software a que permita la enseñanza y evaluación de semiología gastrointestinal, quedando este en la fase de pre prueba para su aplicación.

Por su parte la simulación virtual es una herramienta que presenta beneficios que la academia médica tradicional no logra mediante los esquemas pedagógicos utilizados dentro de su estructura de aprendizaje.

El uso de simulación virtual permitirá lograr un mayor grado de confianza en el estudiante de medicina al establecer con bases adecuadas el conocimiento adquirido.

Todo lo anterior a mediano y largo plazo mejorará la atención e intervención del paciente, proporcionando un mayor grado de seguridad y certeza en el diagnóstico tanto en los estudiantes de medicina, como en los médicos entrenados mediante esta modalidad.

Palabras clave:

Paciente virtual, simulación, aprendizaje, inteligencia artificial.

ABSTRACT

Background:

The technical architecture of Mario's system is conceived as an algorithm for creating conversations, based on machine learning techniques. The operation is based on a markup or layout language called AIML, which is a markup language based on XML.

The languages used for its programming are Python, for the base programming of the entire system, additionally the Django web framework is used as a web rendering engine, JavaScript for the interaction between the interface and the main programming and finally AIML that understands the related to the conversation and its topics.

The base programming consists of a server (Django) that displays the communication interfaces, the initialization of the required services such as audio and services for the socket channels, among others. Once the system is initialized, the interfaces for interaction with MARIO are shown, this through a portal divided into two panels, the first with the conversation in real time between the doctor and the patient, with a button that allows the sound recording and therefore the interaction with the patient; and the other panel with a graphic image of the patient in a 3D interaction environment that allows identifying conditions by observing. On this interaction panel the patient can be rotated and moved to make a detailed observation.

At the bottom of everything there is a voice recognition system that takes the recording made through the client interface, providing greater privacy since the voice processing is carried out in the doctor's local equipment, then it is processed and sends to the base system for analysis and subsequent result that reflects the patient's response to the doctor's interaction, this response can be by voice or by

some movement or gesture made by their visual part. The analysis performed by the base system comprises the aforementioned with the AIML language.

The work sessions during the feeding of the “Mario” medical simulation software were carried out under a schedule of 4 hours a week, usually distributed over two days a week in person in the prototyping laboratory of MacondoLab, the company's business growth center. Simon Bolivar University. During these sessions, the content and inputs provided for the simulation software evolved little by little. Initially, in the first sessions, the operation of the software was described under its initial configuration in order to identify possible diseases that could be used as input, in this case related to the digestive system.

Having identified the diseases, a protocol was established for the organization of the information in accordance with the technical guidelines presented by the software, this protocol is conformed as follows.

1. Initially, each disease must be separated, even though they present similar symptoms, to train them one by one in the software.
2. For each of the identified diseases, a doctor-patient script is made in which a conversation is initially set in line with what the disease refers to, that is, in this conversation the symptoms that can describe the disease are mentioned.
3. Once there is a main common thread, the simulation software must be nourished by all those lexical possibilities or situations that occur that result in the same diagnosis or disease. This allows us to have more options and deliver changing scenarios for each doctor or during each execution.
4. Counting on the main thread and with the other possibilities, we go to the technical environment, in which the initial conversation (main thread) is taken to the document whose format is AIML (Artificial Intelligence Markup Language), which follows an XML-based format.
5. Once the main conversation was set up, the secondary or possibilities feed was carried out, including as many options as possible to streamline the operation of the simulation.
6. At the end of the construction of the AIML file, it is initially tested by means of a script encoded in Python that takes this AIML file and provides a console interface in which the end user can write the options required and make use of the simulation system knowing the result of building the previously created file.
7. The tests allow the identification of errors, which once corrected can be taken to a more productive environment, where it joins the graphical interface and gives space to what is shown as a simulation system.

Objective:

General objective

Develop a software project that allows the teaching and evaluation of semiology in undergraduate medical students at the simón bolívar university.

Specific objective

- Design a module with cases of the gastrointestinal system to be used as in the simulation.
- Develop software that allows the student to develop skills and abilities in the diagnosis of gastrointestinal pathologies.
- Develop software that allows evaluating the degree of technical-practical knowledge acquired in the simulator.

Materials and Methods:

The model of this study corresponds to a technological development project based on the development of software that includes cases of respiratory diseases with outcomes that imply diagnosis, treatment, prevention and diagnostic aids. In this sense, the methodology has not required changes, or different modifications to the algorithmic structure of the simulation software, so the methodological design has been fully met to date. In addition to this design, sufficient scientific evidence was provided to support its approach.

Results:

TYPE OF IMPACT	IMPACT DESCRIPTION	IMPACT PROJECTION
Generation of new knowledge and / or new technological developments	Design and development of Gastrointestinal semiology simulation software	Existence of the virtual simulator as a new pedagogical technique, of which the tests are pending
Strengthening of the local, regional and national scientific community	Gastrointestinal semiology simulation training software	Once its effectiveness has been verified, the use of a virtual simulator will be achieved as a teaching tool in medical education.

Social appropriation of knowledge	Educational software development. New model of medical education Strategy development to prevent malpractice	Pending the implementation of the semiology simulation software in the university educational institution for the training of medical students. Prevention of malpractice due to insufficient or inadequate training or knowledge.
-----------------------------------	--	---

Conclusions:

Currently, there is no information on virtual patients in Colombia, so the same thing happens in the northern part of the country, which once the simulation of gastrointestinal semiology is started, will allow to show the advantages, virtues and benefits of this strategy pedagogical for the medical student, and regarding the evidence on simulation learning and the facilities that technology currently allows, it is strategic to use this medium in medical education.

Taking into account this possibility offered by technological development and its successive implementation and application in the area of health, especially in medicine, this study has reached the development of the proposal for the development of a software that allows the teaching and evaluation of gastrointestinal semiology, leaving this in the pre-test phase for its application.

For its part, virtual simulation is a tool that presents benefits that the traditional medical academy does not achieve through the pedagogical schemes used within its learning structure.

The use of virtual simulation will allow to achieve a greater degree of confidence in the medical student by establishing the acquired knowledge with adequate bases.

All of the above in the medium and long term will improve patient care and intervention, providing a greater degree of safety and certainty in the diagnosis both in medical students and in doctors trained through this modality.

Keywords:

Virtual patient, simulation, learning, artificial intelligence.

REFERENCIAS

1. Amaya, A. (2012). Simulación clínica y aprendizaje emocional. Bogotá, Colombia.
[Https:// DOI: 10.1016/S0034-7450\(14\)60178-5](https://doi.org/10.1016/S0034-7450(14)60178-5)
2. Cortes LD, Hernandez DF, Vargas LA, Á. J. (2016). Impacto y costos generados por las principales demandas a profesionales de la salud. Universidad Sergio Arboleda.
<https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/920/Impacto%20y%20costos%20generados%20por%20las%20principales%20demandas%20a%20profesionales%20de%20la%20salud.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Flanagan B, Nestel D, J. M. (2004). Making patient safety the focus. Medical Education, 38(crisis resource management in the undergraduate curriculum), 56–66.
DOI: [10.1111 / j.1365-2923.2004.01701.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2004.01701.x)
4. Gaba, D. (2004). The future vision of simulation in health care, 13(Quality SafetyHealth Care), i2–i10.
DOI:[10.1136/qhc.13.suppl_1.i2](https://doi.org/10.1136/qhc.13.suppl_1.i2)
5. Gazitúa, R. (2019). Introducción a la semiología. Apuntes de semiología.
<https://www.academia.edu/20231831/128587242-Manuel-de-semiologia-Ricardo-Gazitua-docx>
6. Jameson, L. (2008). Introducción a la Medicina Clínica. (M. G.-H. I. Editores, Ed.) (Harrison P).
https://www.academia.edu/37392590/Harrison_Principios_de_Medicina_Interna_19_Ed_Vol_1_PDF
7. Kopp BJ, Erstad BL, Allen ME, Theodorou AA, P. G. (2006). Medication errors and adverse drug events in an intensive care unit: direct observation approach for detection. Crit Care Med, 34(2), 415–425.
DOI:[10.1097 / 01.ccm.0000198106.54306.d7](https://doi.org/10.1097/01.ccm.0000198106.54306.d7)
8. Kyle R, M. W. (2008). Clinical simulation. (Elsevier, Ed.). Boston, London, New York.
<https://trove.nla.gov.au/version/46355821>
9. Nadler P, G. R. (2010). Síntomas comunes. In P. M. Mc Phee S (Ed.), Diagnóstico clínico y tratamiento (49th ed., pp. 37–75). California: Appleton & Lange: Mc GrawHill.
10. Palés-Argullós J, Gomar-Sancho C. EL USO DE LAS SIMULACIONES EN EDUCACIÓN MÉDICA. Education in the Knowledge Society (EKS) [Internet]. 15 Jun 2010 [citado 18 Ene 2020]; 11(2): 147-170.
<http://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/7075>
11. Perea, B. (2013). Análisis de las sentencias judiciales. Revista Española de Medicina Legal, 130–134.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.reml.2013.05.001>

12. Pineda CA, García HA, Tehelen JP, Ruiz O, Y. J. (2014). Formación en semiología médica: una caracterización desde la práctica. *Educ*, 17(1), 71–90.
<http://dx.doi.org/10.5294/edu.2014.17.1.4>
13. Pugh, CM., Salud, L. (2007). Fear of missing a lesion: use of simulated breast models to decrease student anxiety when learning clinical breast examinations. *Association for Surgical Education*, 193(766–7).
<https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2006.12.033>
14. Reinoso T, Tamarit T, P. G. (2012). La formación de recursos humanos en salud necesarios para el mundo y los paradigmas vigentes, 26 (4), 635–641.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412012000400015
15. Riu, J. (1981). *Responsabilidad Profesional de los Médicos*. (L. E. Asociados, Ed.). Buenos Aires, Argentina.
https://www.aoot.org.ar/revista/1993_2002/1995/1995_2/600203.pdf
16. Ruiz AI, Angel-Müller E, G. O. (2009). La simulación clínica y el aprendizaje virtual. *Rev.Fac.Med Universidad Nacional de Colombia*, 57(Tecnologías complementarias para la educación médica), 67–79.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/view/14466>
17. Serrano, L. (2000). *Nuevos Conceptos de responsabilidad médica*. (Ediciones Doctrina y Ley Ltda, Ed.). Bogotá, Colombia.
<https://doi.org/10.16925/cf.v1i1.1382>
18. Támara LM, Jaramillo SH, M. L. (n.d.). *Informes periciales por presunta responsabilidad médica en Bogotá*.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rca/v39n4/v39n4a03.pdf>
19. Ypinazar VA, M. S. (2006). Clinical simulators. *Rural and Remote Health*, 6(applications and implications for rural medical education), 527.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16764503>