

# Simulador médico para la enseñanza de Ginecología y Obstetricia

*Medical simulator for the teaching of Gynecology and Obstetrics*

David Andrés Erazo Carvajal <sup>1</sup>, Gabriela Fernanda Palacios Montenegro <sup>2</sup>,  
José Manuel Gómez Goitia <sup>3</sup> \*.

## RESUMEN

**Introducción:** La simulación es una técnica práctica que ayuda al desarrollo de destrezas y habilidades en las ramas médicas, es un apoyo fundamental como herramienta de enseñanza para el docente y un vínculo de aprendizaje para los estudiantes. Esta investigación tiene como objetivo desarrollar un sistema virtual que apoye a un fantoma médico en el área de Ginecología y Obstetricia para mejorar el proceso de aprendizaje por experiencias en dificultades posparto.

**Metodología:** Fue de carácter cuantitativo, modalidad aplicada de tipo observacional y descriptiva; con la población de los docentes de la cátedra de Ginecología y Obstetricia que realizan sus clases en la Clínica de Simulación Médica y Robótica.

**Resultados:** Se evidenció la necesidad educativa de crear una aplicación integral mediante herramientas digitales para cumplir operadores médicos mediante la programación de un sistema utilizado por medio de un interfaz gráfico en una aplicación.

**Conclusiones:** Para los participantes es fundamental la creación de un escenario debido a que aquí se puede aplicar la experiencia de los docentes para resolver problemas en los casos clínicos, mediante un libreto se sigue una secuencia que posee varias herramientas que ayudarán al estudiante a entender el rol que va realizar en una simulación y poder contemplar los temas a tratar.

**Palabras Clave:** Simuladores médicos; práctica hemorragia postparto.

## ABSTRACT

**Introduction:** The simulation is a practical technique that helps the development of skills and abilities in the medical branches, it is a fundamental support as a teaching tool for the teacher and a learning link for the students. This research aims to develop a virtual system that supports a medical phantom in the area of Gynecology and Obstetrics to improve the learning process through experiences in postpartum difficulties.

**Methodology:** It was quantitative in nature, applied observational and descriptive modality; with the population of the professors of the Department of Gynecology and Obstetrics who carry out their classes at the Clinic for Medical and Robotics Simulation.

**Results:** The educational need to create a comprehensive application using digital tools was evidenced to meet medical operators by programming a system used through a graphic interface in an application.

**Conclusion:** For the participants, the creation of a scenario is fundamental because here the experience of teachers can be applied to solve problems in clinical cases, through a script a sequence is followed that has several tools that will help the student to understand the role to be performed in a simulation and to be able to contemplate the topics to be discussed.

**Keywords:** Medical simulators; postpartum hemorrhage practice.

1. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Tecnológica Indoamérica. Quito, Ecuador.
2. Carrera de Medicina, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Central de Ecuador. Quito, Ecuador.
3. Maestría de Educación, Mención en Pedagogía en Entornos Digitales, Universidad Tecnológica Indoamérica. Ambato, Ecuador.

\* Autor de Correspondencia: josegomez@uti.edu.ec

## INTRODUCCIÓN

El objeto de hacer un sistema virtual con ayuda asistida de un simulador tiene, como principalidad, trabajar educativamente con distintos casos simulados que condesciendan a los grupos estudiantiles pulir sus habilidades mediante la práctica en complicaciones posparto que se dan en la mayoría de ocasiones en las mujeres que se encuentran en estado de gestación. El diseño del ejemplar se compone de dicentes y docentes, los cuales se encargan de simular complicaciones en los signos vitales de las pacientes. La interfaz desarrollada da paso mediante diferentes herramientas a evaluar el estado en el que se encuentra el paciente y, por consiguiente, tomar una decisión para seleccionar el mejor tratamiento de acuerdo al conflicto presentado y sus características.

En relación al tema de estudio, se puede indicar que las analogías del pensamiento están regularizadas en apócrifos que permitirían al docente y dicente instituir e innovar sapiencias en relación a los estudios compartidos<sup>1</sup>.

De la cita antes planteada, se deduce que la educación dada de forma virtual es una forma de expresión netamente visual al aprendizaje de lo propuesto por el docente y comprendido por el estudiante; de esta manera, en la educación superior se propone como reto utilizar como mecanismo de ilustración la simulación médica como instrumento de apoyo práctico. Con base en lo anterior, se toman varias investigaciones y artículos indexados de varios países de Latinoamérica donde se refleja que existe investigación sobre el tema de simulación en redes virtuales pero que no es llevada mucho en práctica en la educación<sup>2</sup>.

En general, un simulador médico es importante por el grado de utilidad que brinda al poder representar y replicar experiencias reales de pacientes mediante escenarios clínicos debidamente guiados y controlados. Acceder a un ejemplar de simulación que sea capaz de recrear este tipo de especificaciones implica realizar una inversión monetaria elevada.

Se pretende -de igual manera- incentivar la creación de nuevos proyectos que complementen, mejoren, y añadan diferentes funciones a esta idea o, a su vez, permitan crear nuevas formas de simulación; de esta manera, incluir en las diferentes clínicas de simulación de Ecuador, la opción de acoger los nuevos diseños de simuladores fabricados por estudiantes de ingeniería como parte integral de la educación médica y sus ramas.

Es impredecible señalar que la educación según pasa el tiempo da pasos agigantados y cada vez busca nuevas formas y mecanismos de enseñar, por tal razón, es acertado y necesario que los docentes se actualicen y tengan educación continua en favor de enseñar siempre a los dicentes nuevas herramientas de apoyo virtual. En esta situación que estamos atravesando por la pandemia COVID-19 es transcendental señalar que la educación dio un giro de 180 grados en la forma de enseñar y aprender de los dicentes y docentes y toda la comunidad educativa.

Es por ello, que se debe señalar que al momento los docentes deben utilizar herramientas innovadoras que se presten para el campo virtual. En las carreras de la salud es importante -por no decir necesario- la parte práctica de la enseñanza de la teoría aprendida; a tal hecho, se presenta la creación de un sistema virtual que motive a los estudiantes a aprender de forma interactiva y novedosa sus clases enseñadas en la teoría.

En Ecuador, en el 2016 la Universidad Central (UCE) inauguró la Clínica de Simulación Médica y Robótica (CSMR) más amplia y completa del país; este centro es una innovación tecnológica para la formación médica: cuenta con simuladores de baja, media y alta fidelidad, garantizando así una preparación idónea de los profesionales brindando al paciente seguridad, lo cual se ve limitado por el alto costo de los simuladores e implementos necesarios para los mismos, debido a que son importados y al llegar al país duplican su precio. La falta de empresas que se dediquen a la fabricación y soporte técnico (incluyendo repuestos), los pocos recursos tecnológicos que posee el país, entre otros obstáculos, son las grandes limitantes para el uso de esta metodología.

## Objetivos

### General

Desarrollar un sistema virtual que apoye a un fantoma médico en el área de Ginecología y Obstetricia para mejorar el proceso de aprendizaje por experiencias en dificultades posparto.

### Específicos

- Determinar las diferentes complicaciones que puede presentar un paciente posparto mediante la aplicabilidad del sistema virtual.
- Diagnosticar en los docentes de las carreras médicas el manejo de circunstancias con dificultad en posparto a través de un simulador y el enlace del sistema virtual.
- Desarrollar el proceso de enseñanza de ginecología y obstetricia mediante la inserción en la metodología de enseñanza bajo la incidencia de las experiencias y la ayuda de la herramienta de simulación médica con el sistema virtual y el simulador médico.

## METODOLOGÍA

El estudio tuvo un carácter cuantitativo, con una modalidad aplicada de tipo observacional y descriptiva, se plantea del diseño y construcción de un prototipo para la enseñanza de Ginecología y Obstetricia. Para validar este proceso, se realizó una encuesta "Conocimiento, Actitudes y Prácticas" (CAPS) a los docentes del área de Ginecología y Obstetricia con carga horaria en la Clínica de Simulación Médica y Robótica de la UCE.

## Población

Fueron los docentes de la CSMR de la Facultad de Ciencias Médicas (FCM) de la UCE: un total de 20 docentes, los mismos que están a cargo de las prácticas y escenarios que se llevan a cabo bajo la malla curricular.

## Muestra

Se determinó una muestra de docentes de la CSMR que fueron 10 del área de Ginecología y Obstetricia. Se utilizó un muestreo simple, en el cual se seleccionaron varios ítems para fundamentar la necesidad de implementar un fantoma que lleve las características que delimite el estudio de acuerdo a una caracterización de las condiciones de mortalidad materna más graves.

## Técnica de Muestreo

Se utilizó un muestreo intencional que se basó en los criterios, credibilidad y conocimientos de los investigadores para lo que se seleccionó a 10 docentes de la cátedra de Ginecología y Obstetricia que realizan sus clases en la CSMR, los cuales respondieron a un instrumento diagnóstico sobre la implementación y el uso de simuladores médicos.

## Instrumento de Recolección de Datos

Se desarrolló una encuesta CAPS de conocimiento, actitudes y prácticas en Google Forms, en la cual fue señalado el objetivo de esta propuesta. Fueron reactivos de selección múltiple de acuerdo a las necesidades, los cuales permitieron crear un simulador para hemorragia postparto, el cual tiene 7 opciones para identificar las características necesarias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se planteó un instrumento para conocer cuál es el requerimiento y necesidad de los docentes por establecer la metodología de simulación mediante el uso de un simulador médico para Ginecología y Obstetricia, con la finalidad de establecer una evolución y mejorar la capacitación en los estudiantes, teniendo como consecuencia la disminución del error médico.

El 100% de los entrevistados refirieron de importancia primordial el automatismo de fantasmas médicos para la ilustración de las áreas de Medicina y Obstetricia. Es adecuado tener instrumentos de apoyo para la enseñanza de los saberes teóricos en la rama de la gineco-obstetricia, lo que conlleva a la innovación de un simulador médico para uso en las clases. De la misma forma, el 100% de los participantes estuvieron de acuerdo en un aprendizaje integral donde se fomente el uso de herramientas digitales y simulación médica, lo cual requiere de un proceso más riguroso para poder recrear escenarios clínicos. Para poder recrear un proceso según una metodología como la simulación, se necesita capacitación un cambio de paradigma mental y el uso de las nuevas tecnologías de la información.

Por otra parte, el 80% de los participantes indicaron que el sangrado es un parámetro fundamental a valorar en una hemorragia posparto, y en menores cantidades la cianosis y tensión arterial; esto se puede relacionar debido a que todas estas condiciones hemodinámicas caracterizan el tipo de hemorragia de la paciente y el diagnóstico como tratamiento adecuado.

De acuerdo al estudio, la hemorragia posparto es una emergencia obstétrica común y ocurre en 4% a 6% de todos los partos. El aumento del suministro de sangre al término útero puede permitir la pérdida de hasta 500 ml de sangre por minuto, lo que puede provocar la descompensación rápida incluso de un paciente joven y sano<sup>3</sup>.

Es adecuado tener instrumentos de apoyo para la enseñanza de los saberes teóricos en la rama de la gineco-obstetricia, lo que provocaría hacer innovar un simulador médico para uso en las clases.

Para poder recrear un proceso según una metodología como la simulación, se requiere capacitación un cambio de paradigma mental y el uso de las nuevas tecnologías de la información.

El aumento del suministro de sangre al término útero puede permitir la pérdida de hasta 500 ml de sangre por minuto, lo que puede provocar la descompensación rápida incluso de un paciente joven y sano<sup>3</sup>.

Se han realizado varias horas de investigación y pruebas para encontrar las mejores soluciones de cambio de voz basadas en software y hardware para sus laboratorios de simulación médica lo cual ha permitido crear escenarios realistas con varios roles<sup>4</sup>.

A la par, no se puede dejar sin efecto a las políticas y funcionalidad del sistema de salud debido a que es el órgano rector en el área médica. Los errores médicos no son únicamente el resultado de un mal tratamiento por parte de malos médicos. La capacitación inadecuada, las fallas sistémicas e institucionales y/o la comunicación interrumpida dentro de los equipos médicos (supervisión defectuosa, atención mal coordinada, falta de implementación de protocolos de seguridad o listas de verificación) juegan un papel importante.

Existe una necesidad apremiante de identificar las causas profundas de los errores médicos y de investigar soluciones que enfatizan la seguridad del paciente. Dichas soluciones pueden incluir una implementación más completa de la capacitación en simulación en el cuidado de la salud<sup>5</sup>.

Para los participantes es fundamental la creación de un escenario debido a que aquí se puede aplicar la experiencia de los docentes para resolver problemas en los casos clínicos, mediante un libreto se sigue una secuencia que posee varias herramientas que ayudaran al estudiante a entender el rol que va realizar en una simulación y poder contemplar los temas a tratar.

## Propuesta

Coincidentemente con la expansión de la tecnología de simulación en la educación médica se convierte en un llamado cada vez mayor para implementar una mejor calidad en investigación en educación médica por consiguiente de acuerdo al requeri-

miento y necesidad de los profesores, en la CSMR se planteó construir un fantoma con características hemodinámicas de una paciente con hemorragia postparto y a su vez la creación de un interfaz de control (aplicación Android), el cual permita mediante la utilización de herramientas digitales tener acceso directo al simulador, poder realizar un curso de Emergencias Obstétricas y diseñar un escenario con su *debriefing* (retroalimentación) complementando el desarrollo de esta metodología educativa de impacto académico permitiendo que cada vez más disminuya el error médico y que se encuentre enfocado directamente en la seguridad del paciente.

## Fases del Prototipo

### Primera Fase

Se realizó la adquisición de un cuerpo sintético de látex anatómicamente semejante al ser humano, el cual tenía como característica; ser una mujer embarazada. Mismo que recreará la funcionalidad del simulador, este cuerpo fue utilizado como base para todas las modificaciones realizadas, fisiológicamente tiene características de una mujer de 26 años de edad, posee un vientre, flexibilidad en las extremidades, cabello sintético, mismos que se encuentran unidos con tornillos y abrazaderas.

La **Figura 1** hace referencia a un simulador que supone a una mujer embarazada, mismo que fue importado desde China; es netamente mecánico, por lo cual no posee funcionalidad.

### Segunda Fase

Se realizaron todas las adecuaciones necesarias de servomotores como sensores y tarjetas electrónicas para su funcionamiento. Se utilizaron para dar forma al simulador en su parte técnica de sistemas dos (02) tarjetas Arduino, cada una con su especificidad al momento de controlar las fases del simulador de ginecología.

### Tercera Fase

De acuerdo al requerimiento, establecido se buscó imitar las características importantes para la recreación de una hemorragia posparto en este caso los ojos, la falta de color en los mismos por ausencia de oxígeno, pulsos, sonidos cardíacos y pulmonares, voz de la paciente, sangrado, venas.

La hemorragia posparto, es una emergencia obstétrica, una causa importante de morbilidad y mortalidad materna en todo el mundo, ya que se estima que aproximadamente una mujer muere cada 4 minutos, por esta complicación, a menudo tratable. Se recomienda el uso de simulacros clínicos y ejercicios de simulación para capacitar a los proveedores en el manejo del posparto hemorrágico.

### Cuarta Fase

Al ensamblarse todas las funciones, se optó por utilizar un interfaz amigable y adecuado para el control del operador, en



**Figura 1.** Maniquí de fantoma obstétrico de látex.

este caso dichas funciones fueron realizadas en la plataforma Visual Basic 2019, el lenguaje que se usó fue C++ con Android Studio, con el fin de generar una aplicación.

Mediante el proceso detallado a continuación:

- Tener en la computadora o el dispositivo a utilizar Microsoft Visual Studio,
- Instituir el plan en lenguaje de programación Visual Basic,
- Escoger los controles de la interfaz que serán los indispensables para la planificación, organización, dirección y ejecución,
- Enlazar la computadora al módulo *bluetooth* del simulador presencial, para tener un híbrido de conexión entre las dos partes.
- Programar de forma básica el duplicado de los sonidos que tendrá el simulador, a través de grabaciones de sonido real con mujeres reales.
- Y posteriormente, realizar la respectiva conversión del programa a la aplicación Android.

La **Figura 2** indica el interfaz generado para poder modificar las funciones del simulador, mismo que contiene botones específicos y casillas de selección de sonidos tanto cardíacos como respiratorios.

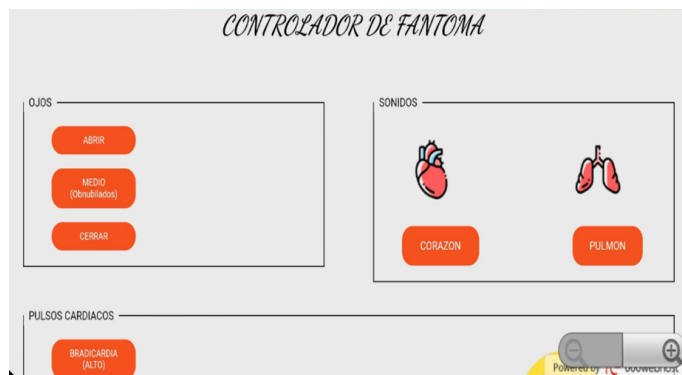


Figura 2. Interfaz del simulador médico.

### Quinta Fase

Caracterizar en la aplicación el simulador que se denominó GO GABY, crear un curso de educación continua de Emergencias Obstétricas centrado en la hemorragia postparto desde su diagnóstico hasta el manejo y como metodología propuesta poder crear una clase con simuladores de acuerdo a una guía con características específicas de la metodología.

Dentro de la propuesta de Diseño y construcción de una plataforma virtual que conlleve al ámbito médico se realizó lo expuesto en la Figura 3, la cual pormenoriza el esbozo del hardware y software de la parte sistemática virtual de un simulador gineco-obstétrico.

### Retrato de la administración del fantoma en relación al sistema virtual

Conforme lo que se puede visualizar en el cuadro anterior, al escrito y conforme a la realización del sistema virtual con el enlace del fantoma presencial se puede decir que: El sistema esta parametrizado para mostrar y enlazar actividades en escenarios médicos en ginecología y obstetricia que se presentan en la vida real en una mujer de edad promedio entre los 20 y 40 años de edad; mismas, que presentan complicaciones en el área de ginecología por varias razones propias según el momento de salud.

Es importante desatacar, la realización del sistema *on line* funciona como un híbrido con la utilización del simulador de una

mujer para poder dar realce a una escena de simulación sobre el caso práctico que se requiere resolver frente a una temática adversa.

### Características del fantoma presencial y de su sistema en marcha

La **Tabla 1** hace referencia a todos los parámetros tomados en cuenta para el desarrollo del simulador.

### Condiciones hemodinámicas

Posteriormente que se realizaron las ordenaciones del sistema virtual con el fantoma mujer señalado en las imágenes antecesoras y las que se encuentran en el desarrollo del trabajo de investigación, se ejecutaron algunas maniobras técnicas en el fantoma gineco-obstétrico, las cuales con bombas azules se muestran en la imagen número 10 que se encuentra bajo este párrafo; donde, con ayuda de un especialista en sistemas de adecuaron varios fragmentos inalámbricos para tener conexión con la fantoma y el programa virtual y tener como resultado un hecho completo, mismo que deje aprendizajes favorables a los estudiantes y docentes.

La **Figura 4** indica los lugares en los cuales se instrumentó los pulsos y esto hace referencia a la Anatomía de las arterias del cuerpo humano.

De la misma forma, y siguiendo con el hilo de la parte técnica en sistemas y programación en el simulador médico gineco-obstétrico se tiene como ayuda una tabla donde se canalizan las cuantificaciones con los dígitos de palpitaciones que puede llegar a tener una mujer en estado de gestación que hace hemorragia posparto para el ejemplo en el ámbito real médico.

Asimismo, se pueden tener como ayuda las **Tablas 2 y 3** que denotan parámetros de pulsaciones y demás diámetros que se utilizan en la circunstancia simulada sobre la mujer y sus aristas.

De la misma forma y consecutivo a los procesos integradores de las ciencias aplicadas y sistemas dentro del fantoma mujer se deben instaurar placas de control que ayuden con la parte motora del desenvolvimiento total del simulador en ligado con la parte del procesamiento de datos del sistema virtual.

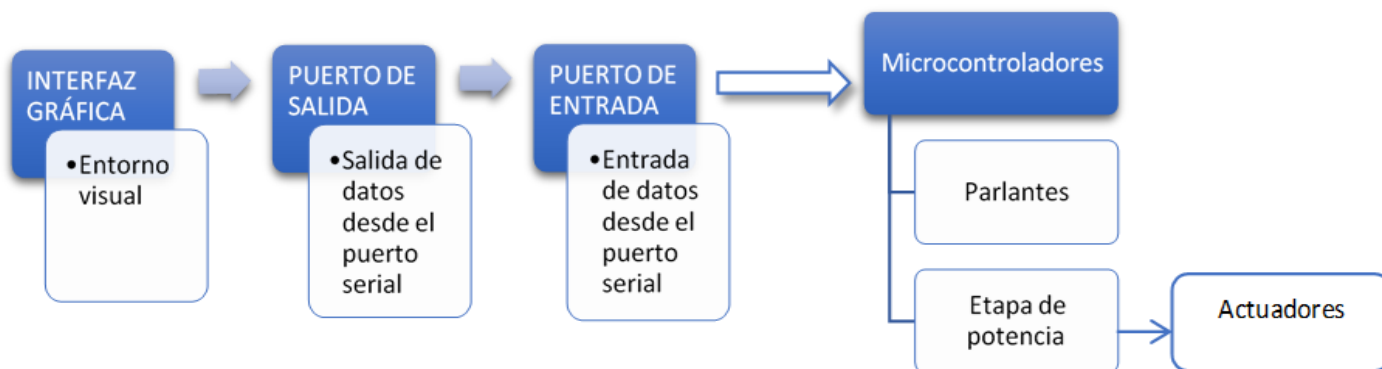


Figura 3. Diagrama de bloques empleado para el desarrollo del prototipo.

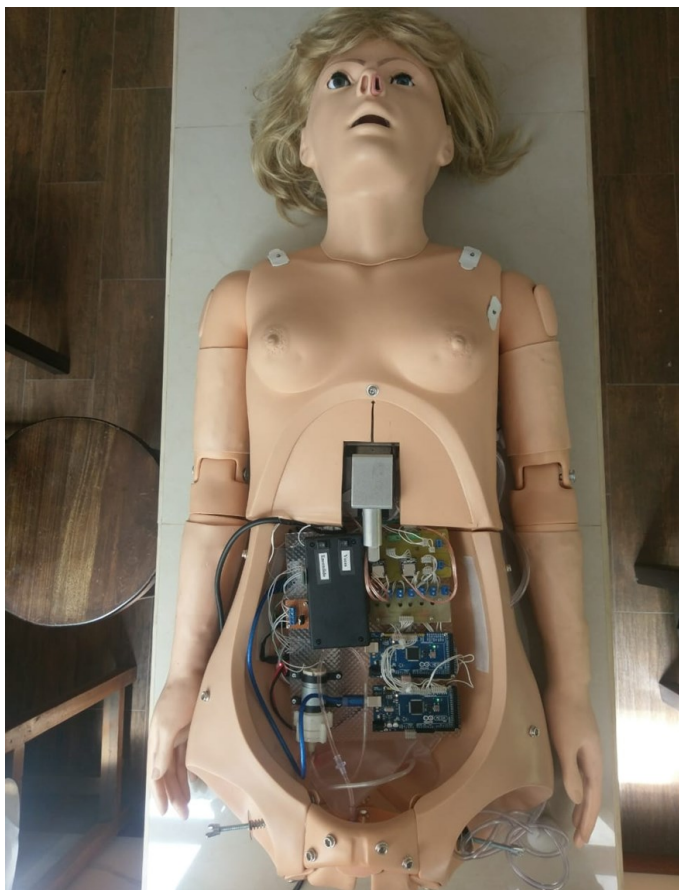


Figura 4. Pulsos y circuito electrónico con híbrido al sistema virtual.

Tabla 1. Parámetros de simulación virtual del fantoma.

Parte	Acción
Visual	Apertura
	Medio (Obnubilados)
	Cierre
Boca	Estándar Cianosis (Azul)
Sistema Cardiovascular	Sistema Virtual manejo Flint s2
Respiración	Sistema Virtual manejo Flint s2
Arterias	Sistema Virtual manejo Flint s2
Hemorragia	Sin sangrado
	Sangrado
Sonidos	Persona natural realizará los mismos, acorde a la escena parametrizada

Tabla 2. Valores de frecuencia cardiaca.

Sistema	Adecuaciones
Mínimo	Menor a 50
Medio	70 a 90
Alto	120 en adelante

Tabla 3. Valores de frecuencia cardiaca implementados en el simulador

Referencia	Pulsaciones	Señal
Sin pulsación	0	F
Alto	120	B
Intermedio	75	D
Mínimo	30	A

### Diseño del Interfaz

Se realizó una aplicación para sistema operativo Android con el nombre GO GABY.apk; se indica el ingreso de acuerdo a un correo con su contraseña y por otro lado se accede por la red social Facebook poniendo los datos del operador. Al ingresar encontraremos un video y una pantalla inicial con algunas opciones.

La aplicación presenta 3 capítulos: El 1ero acceder al simulador, el 2do se accede a un curso de Emergencias Obstétricas y el 3ro Accede a planificar el escenario.

En la Figura 5 se observó el diseño de interfaz para controlar el simulador GO GABY con funciones en los ojos, sonidos, pulsos, y anclado a una biblioteca de sonidos que recrean las voces del paciente. Se observa el controlador y sus funciones en el simulador y lo que conlleva a todo el proceso.

Se pudo observar el 3er acceso está relacionado con planificar un escenario, indica mediante una plantilla poder realizar una clase de simulación con las características específicas para darle un mayor realismo y generar una mayor calidad educativa.

Se identifica como se realizó la programación en el entorno de Desarrollo Visual Studio 2019 y los lenguajes son Xamarin Forms y C++.

En conclusión, la implementación del sistema virtual de simulación en el área de ginecología y obstetricia con el simulador real, determinó que existe una gran gama de características importantes para simular una hemorragia posparto con las condiciones hemodinámicas que están alrededor del sangrado, identificando este escenario el personal médico estaría mejor preparado y así se disminuiría el error médico y acrecentaría el aprendizaje por experiencias.

Dentro del análisis expuesto, se determinaron las diferentes complicaciones posparto con en el mayor realismo posible, se obtuvieron cuáles son los dispositivos electrónicos tanto internos como externos que deberían utilizarse en una complicación como esta; todo esto, para mejorar el tratamiento de este tipo de complicaciones que se da en la mujer.

En cuanto a lo elaborado con anterioridad, se logró diagnosticar bajo escenarios de simulación con ayuda de la plataforma virtual que las prácticas son importantes para el desarrollo de destrezas, habilidades y competencias de los docentes y dicentes dentro de las dificultades en posparto.

Por último, la simulación como herramienta en las ciencias médicas es un instrumento de enseñanza-aprendizaje que brinda al estudiante y al personal médico estrategias en competencias

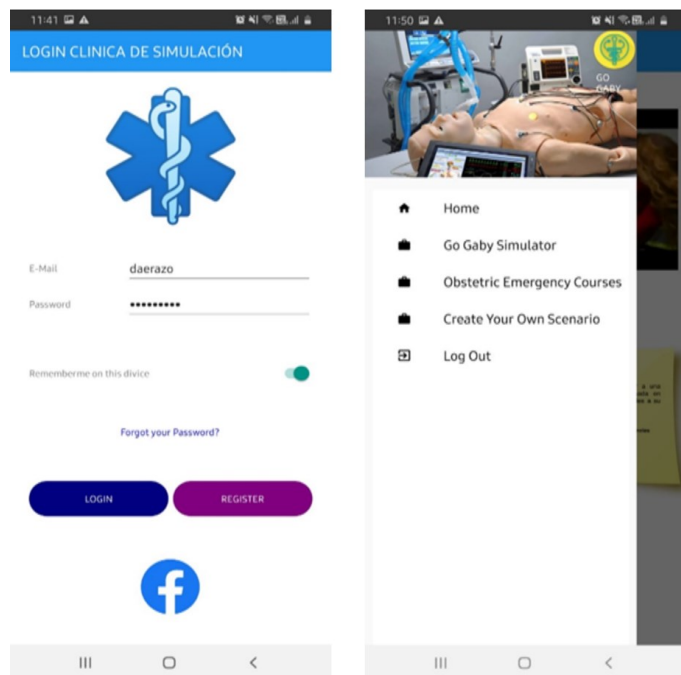


Figura 5. Pantalla principal.

básicas para siempre desempeñarse de óptima forma con los pacientes.

## REFERENCIAS

1. Cardona G. Tendencias educativas para el siglo XXI. Educación virtual, online y @learning. Elementos para la discusión. *Edu-tec*. 2002; 15: a025. DOI: [10.21556/edutec.2002.15.542](https://doi.org/10.21556/edutec.2002.15.542)
2. Macedonia CR, Gherman RB, Satin AJ. Simulation laboratories for training in obstetrics and gynecology. *Obstet Gynecol*. 2003; 102(2): 388-92. DOI: [10.1016/S0029-7844\(03\)00483-6](https://doi.org/10.1016/S0029-7844(03)00483-6)
3. García-Lavandeira S, Álvarez-Silvares E, Rubio-Cid P, Borrado-Hernández E. Hemorragia posparto secundaria o tardía. *Ginecol Obstet Mex*. 2017; 85(4): 254-66. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ginobsmex/gom-2017/gom174g.pdf>
4. Crawford SB, Baily LW, Monks SM (ed.). *Comprehensive healthcare simulation: Operations, technology, and innovative practice*. Cham: Springer International Publishing; 2019.
5. Reducing Medical Errors with simulation [Internet]. *Caehealthcare.com*. [citado el 01 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://caehealthcare.com/blog/a-culture-of-patient-safety-reducing-medical-errors-with-simulation/>
6. Jude DC, Gilbert GG, Magrane D. Simulation training in the obstetrics and gynecology clerkship. *Am J Obstet Gynecol*. 2006; 195(5): 1489-92. DOI: [10.1016/j.ajog.2006.05.003](https://doi.org/10.1016/j.ajog.2006.05.003)

## FINANCIAMIENTO

Los autores declaran que no recibieron apoyo financiero de personas físicas o morales.

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés.