

# *Elizabeth*, simulador neonatal para auscultación de ruidos cardíacos

(*Elizabeth*, neonatal simulator for hearing cardiac sounds)

Franklin Baltodano Ardón<sup>(1)\*</sup> <http://orcid.org/0000-0001-7393-7353>, baltodano@esPOCH.edu.ec  
Indira José Pineda Grillo<sup>(2)</sup> <http://orcid.org/0000-0002-9107-654X>, indira.pineda@esPOCH.edu.ec  
Carlos Eduardo Andrade Cuadrado<sup>(3)</sup>, <http://orcid.org/0000-0002-2769-7202>, c\_andrade@esPOCH.edu.ec

(1)Escuela de Medicina, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

\*Correspondencia: Dr. Franklin Baltodano Ardón, Escuela de Medicina, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, e-mail: ardon.baltodano@esPOCH.edu.ec

## RESUMEN

**Introducción:** La creación de simuladores surgió como un método de enseñanza enfocado en el área de médica puesto que las personas se negaban a ser sujetos de práctica para los estudiantes. **Objetivo:** elaborar un simulador electrónico neonatal que permita la auscultación de ruidos cardíacos normales y patológicos con materiales económicos y de fácil acceso, proporcionando una herramienta para que los estudiantes de medicina adquieran habilidades y conocimientos. **Material y método:** estudio exploratorio, con una metodología inductiva, en el cual se elaboró en la primera fase un simulador pediátrico de ruidos cardíacos, posteriormente se realizó la validación con expertos y una evaluación de conocimientos y habilidades a 52 estudiantes de la carrera de medicina. **Resultados:** el simulador construido demostró ser eficaz para reproducir ruidos cardíacos normales y patológicos y permitió entrenar y desarrollar habilidades de auscultación cardíaca en estudiantes de medicina. **Conclusiones:** es necesario desarrollar simuladores de bajo costo y fácilmente manipulables como herramienta de práctica enfocados en mejorar la atención a pacientes reales.

**Palabras clave:** Simulador, ruidos cardíacos, neonatología, auscultación

## ABSTRACT

**Introduction:** The creation of simulators emerged as a teaching method focused on the medical area since people refused to be subjects of practice for students. **Objective:** to develop a neonatal electronic simulator that allows the auscultation of normal and pathological heart sounds with economical and easily accessible materials, providing a tool for medical students to acquire skills and knowledge. **Material and method:** exploratory study, with an inductive methodology, in which a pediatric heart noise simulator was developed in the first phase, subsequently validation with experts and an evaluation of knowledge and skills to 52 students of the medical career. **Results:** the constructed simulator proved effective in reproducing normal and pathological heart sounds and allowed training and developing cardiac auscultation skills in medical students. **Conclusions:** it is necessary to develop simulators of low cost and easily manipulated as a practice tool focused on improving the attention to realpatients.

**Keywords:** Simulator, heart sounds, neonatology, auscultation

## 1. Introducción

La simulación surge con la creación de simuladores en el campo de la aviación durante la segunda guerra mundial. Enfocados en la medicina hacia el siglo XX Asmund Laerdal en asociación con otros médicos y con una empresa productora de juguetes lograron crear un simulador de bajo costo para entrenar habilidades de reanimación cardiopulmonar.(1) Así Álvarez define a la simulación de un sistema como la operación de un modelo, el cual es una representación de un sistema con un modelo que puede sujetarse a propiedades del sistema real.

La simulación es esencialmente una técnica que enseña a construir el modelo de una situación real, que viene apareciendo durante el siglo XXI, esto con la necesidad de cambiar los métodos de enseñanza y mejorar las destrezas manuales en estudiantes de medicina debido a que en años pasados los pacientes tenían la perspectiva de no ser considerados como seres integrales sino como sujetos de prueba y aptos para realizar prácticas experimentales, esta problemática se tornó cada vez más grave con el incremento del número de estudiantes de medicina en las diferentes unidades de salud frente a un paciente.(2)

La solución fue crear modelos artificiales de partes humanas que permitan a los estudiantes desarrollar habilidades previas a la práctica clínica con el uso de simuladores mecánicos o electrónicos destinados a la práctica médica estudiantil, donde se han implementado en las universidades más prestigiosas del mundo, habilidades y destrezas permitiéndoles mantener una relación armónica con sus pacientes.

Muchos de los resultados fueron tan evidentes que se decidió adoptar esta nueva metodología didáctica como parte de la enseñanza médica. Sin embargo, los simuladores electrónicos eran muy costosos y resultaba un privilegio para las instituciones destinar el presupuesto necesario para la adquisición de uno de estos instrumentos, pero en la actualidad los sistemas de educación han mejorado convirtiendo a los simuladores en herramientas cada vez más accesibles económicamente capaces de abarcar

una variedad amplia de funcionalidades en el ámbito de la práctica médica.(3,4)

Desarrollar un simulador de bajo costo y eficaz que permita la identificación de soplos cardiacos en neonatos es fundamental para el aprendizaje de un futuro médico no solo en los conocimientos teóricos sino en las practicas sobre semiología medica en las aulas de clases desarrollando habilidades previo al contacto clínico con el paciente.

El objetivo de la investigación consiste en elaborar un simulador electrónico neonatal que permita la auscultación de ruidos cardíacos normales y patológicos, utilizando una aplicación móvil que permita el control del mismo con materiales económicos y de fácil acceso en nuestro medio que brinden dinamismo al simulador.

Este simulador está orientado para los estudiantes de medicina clínica en especial en la cátedra de semiología cardiaca, a través de un proceso evaluativo de sus conocimientos, utilizando dicho instrumento de aprendizaje en el laboratorio de simulación de la Escuela de Medicina.

## 2. Metodología

El presente estudio se desarrolló en la Escuela de Medicina de la ESPOCH, Riobamba, en el período académico septiembre 2019- febrero 2020 tomando en cuenta a los estudiantes legalmente matriculados en la asignatura de Pediatría para evaluar la eficiencia del simulador y la aplicación móvil. Se ha diseñado un estudio exploratorio, con una metodología inductiva siendo el mismo un estudio de tipo cuasiexperimental.

Con el fin de desarrollar un simulador de bajo costo para la adquisición de destrezas relacionadas a la auscultación de ruidos cardíacos neonatales se diseñó un estudio en cuatro fases: 1) construcción del simulador y la aplicación móvil elaboración del protocolo de validación 2) elaboración del protocolo de validación 3) validación del simulador 4) evaluación a los estudiantes de Pediatría de las habilidades adquiridas con el simulador neonatal.

Patologías	Ruidos cardiacos normales				Ruidos cardiacos anormales con estetoscopio			
	con estetoscopio		sin estetoscopio		con estetoscopio		sin estetoscopio	
Comunicación interventricular	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Comunicación interauricular	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Tetralogía de Fallot	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Normal	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Escuchar - Detener				Escuchar - Detener			

**Tabla 1. Reconocimiento de ruidos cardiacos normal y anormal.**

Validadores	Calificación	Porcentaje %
Experto 1	4.85	97
Experto 2	5	100
Experto 3	5	100
Experto 4	4.80	96
Experto 5	4.25	85
Experto 6	4.52	90.4
Total	4.84	96.73

**Tabla 2. Resultados del proceso de validación.**

### Fase 1. Desarrollo del simulador

Se construyó un equipo capaz de simular ruidos cardiacos normales y patológicos neonatales. Se trata de un maniquí con textura de piel sintética y tamaño similares a la de un recién nacido real (Imagen 1). Para construirlo se emplearon los siguientes materiales:

1. Muñeco neonatal 45 x 17 cm
2. Mini speaker 50 x 33 mm
3. Tablón de madera 30 x 30 cm
4. 0,5 m de cable de audio
5. 1000 gr algodón
6. Cautín
7. 100 gr de estaño para soldar

### 8. Servomotores

### 9. Módulo microprocesador arduino nano

### 10. Detector eléctrico

### 11. Transistores 2n2222

### 12 1 m de hilo nylon

### 13. Tijera

En el interior del muñeco neonatal se instalaron dos parlantes de sonido con cables alargados de audio, dos servomotores, un módulo microprocesador arduino nano, un detector eléctrico e hilo de nylon. El parlante transmite el sonido por vía bluetooth, facilitando el manejo del simulador desde el teléfono móvil del usuario. Para controlar el simulador el usuario debe instalar la aplicación de mando, la misma que fue diseñada a partir de la App Inventor, un lenguaje de programación de alto nivel elaborado por el lema de Haití que permite generar aplicaciones eficientes de manera gratuita. La aplicación ofrece dos posibilidades, la primera permite escuchar los ruidos cardiacos con y sin fonendoscopio para el aprendizaje de los mismos.

La segunda posibilidad que ofrece la aplicación es un sistema de evaluación que permite auscultar los ruidos cardiacos facilitando diferentes ítems de respuesta, donde el evaluado debe escoger la opción correcta, al final de la prueba la aplicación da a conocer los aciertos y fallos evaluando así el conocimiento adquirido del usuario, los mismos que pueden ser valorados por un tutor o docente según su conveniencia. Ver

Tabla 1.

*Fase 2: Desarrollo del protocolo*

Se realizó el protocolo de validación contemplando estudios similares, con el fin de cumplir con todas las exigencias posibles para elaborar un simulador de calidad.

Las fuentes utilizadas fueron: el estudio "Diseño General de las Etapas de Simulación de Procesos con Énfasis en el Análisis de Entrada", el artículo científico "Protocolos para validación de tecnología médica" publicado en la Revista Ingeniería Biomédica, del que se adoptó gran parte de las medidas de seguridad. Las normas de seguridad eléctrica contempladas fueron EN 60601-1 referente a equipos y sistemas eléctricos médicos y la PN-EN 61010-1 que rige las exigencias de seguridad de dispositivos electrónicos.

Además, a partir del artículo "Un nuevo simulador de laparoscopia" publicado en México por la Academia Mexicana de Cirugía, se tomaron en cuenta criterios relacionados al desempeño de simuladores médicos que incluyen: facilidad de uso, existencia de circuitos eléctricos, desarrollo de destrezas en estudiantes, entre otros. Se modificaron estas consideraciones para desarrollar la ficha de validación de "Eli" que a más de resaltar aspectos relacionados a la interferencia de factores internos propios del simulador resalta el grado de influencia que pueden llegar a ejercer varios factores externos como la luz solar o el sonido.

Al ser un simulador médico fue fundamental trabajar en función de la anatomía humana teniendo en cuenta criterios como el tamaño, textura y configuración tal como se considera en la revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología en su publicación "Desarrollo de un simulador de bajo costo para la adquisición de destrezas básicas en cirugía artroscópica" en el cual se mencionan otras consideraciones importantes como el costo y los equipos a utilizarse.

*Fase 3: Validación del simulador*

La validación se inició el día 20 de enero del 2020, con la contribución de seis profesionales,

entre ellos dos pediatras, un médico internista, un médico general encargado de un laboratorio de simulación, un médico genetista y un ingeniero, cada uno de ellos expertos en los diferentes campos que se requirieron para determinar la calidad y eficacia del funcionamiento del simulador.

Los expertos analizaron la aplicación y cómo esta incide sobre el funcionamiento de los ruidos cardíacos del simulador, al final cada uno otorgó las siguientes calificaciones: el primer experto que participó en la validación lo valoró con una calificación promedio de 4.85. El segundo experto lo evaluó con una nota de 5, el tercero concedió una nota de 5, el cuarto expresó una nota de 4.80, el quinto experto concedió una calificación final de 4.85 y finalmente el sexto experto, quien evaluó el sistema operacional del simulador calificándolo con una nota promedio de 4.52, el promedio total de todas las calificaciones fue 4.84 sobre 5 dando un porcentaje total de 96.73 % del resultado.

*Fase 4: Evaluación a los estudiantes de la carrera de Medicina de las habilidades adquiridas con el simulador neonatal.*

Para la realización de esta fase se trabajó con 52 estudiantes de la carrera de Medicina. Se procedió a la explicación del funcionamiento del simulador y su aplicación, posteriormente se evaluó sus conocimientos en el área de cardiología pediátrica. La aplicación consta de dos interfaces, una para el conocimiento de los ruidos cardíacos y otra para la evaluación de los mismos; se han incorporado al simulador los siguientes ruidos: tetralogía de Fallot, comunicación auricular e interventricular, persistencia del conducto arterioso y latido normal. En la interface de evaluación la aplicación reproduce ruidos aleatoriamente y cada alumno al auscultar al simulador determina el ruido que se está reproduciendo y selecciona la opción correcta en la aplicación.

**3. Resultados**

Elizabeth es un simulador neonatal de ruidos cardíacos que demuestra ser eficaz en cumplir todos los objetivos establecidos en la investigación; está construida a base de materiales domésticos y económicos; se puede controlar

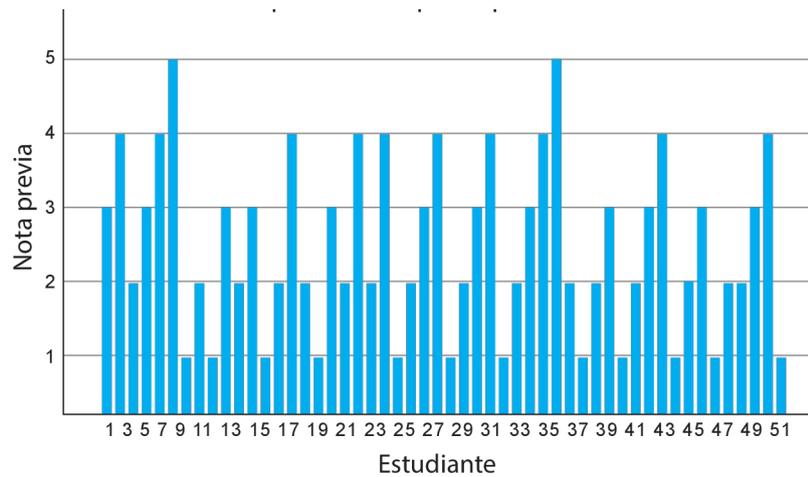


Gráfico 1. Evaluación del simulador previo a la práctica.

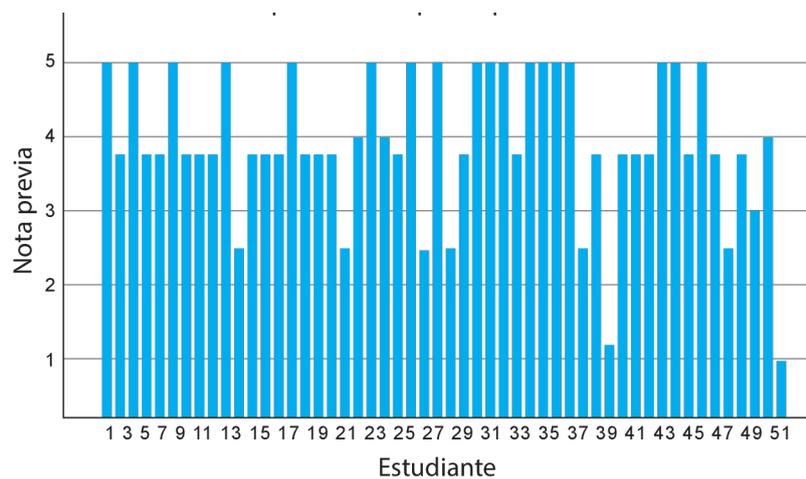
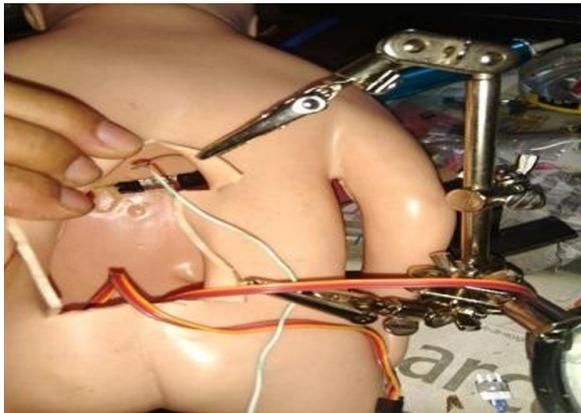


Gráfico 2. Evaluación del simulador posterior a la práctica.

vía bluetooth mediante la aplicación móvil desarrollada exclusivamente para el uso del simulador. Consta de dos sistemas eléctricos independientes: uno utilizado para reproducir el llanto y movimiento y otro para reproducir los ruidos cardíacos. Para encender el sistema es necesario activar el cargador portátil y el interruptor ubicado en la parte posterior del simulador, posteriormente se debe conectar un dispositivo móvil con la aplicación Simulador de ruidos y latidos de bebé, previamente instalada, la misma que se halla disponible en la USB incluida en la cuna del simulador. La aplicación móvil consta de dos interfaces: la primera se muestra al iniciar la aplicación y es útil para controlar el ruido a reproducirse en el simula-

dor; la segunda interfaz se muestra al seleccionar la opción presente al final de la página denominada , ir a prueba de reconocimiento en la cual es necesario determinar el número de intentos que se desea realizar y seleccionar la opción "Empezar a escuchar", a partir de éste punto la aplicación reproduce de forma aleatoria un ruido cardíaco en el simulador y es la persona evaluada quien debe elegir la opción correcta en función de su respuesta se muestra un aviso que determina si la respuesta es acertada o no, al terminar el número de intentos se muestra la cantidad de aciertos y fallos que el sujeto ha presentado durante la prueba de reconocimiento.



**Imagen 1. Construcción electrónica del simulador.**

#### *Evaluación de los expertos*

Los expertos analizaron el funcionamiento del simulador de ruidos cardíacos y de la aplicación, al final cada uno otorgó las siguientes calificaciones sobre cinco puntos. Al observar la Tabla 2 las calificaciones se encontraron ente 4 y 5 que equivalen a muy bueno y excelente. En ninguna ficha se registró una calificación menor o igual a 3 puntos. Todos los evaluadores consideraron que el desempeño general del simulador fue excelente; la única observación a considerar en dos oportunidades fue que el ruido del llanto interfería ligeramente en la auscultación cardíaca, sin embargo, también supieron manifestar que este le aportaba mayor realismo al simulador.

#### *Evaluación a los estudiantes*

Con el fin de evaluar el desempeño del simulador para reproducir ruidos cardíacos y servir como herramienta para la adquisición de habilidades y destrezas se procedió a hacer uso de la segunda interfaz de la aplicación. La evaluación constó de una prueba realizada previamente a la práctica que estaba diseñada para socializar los ruidos cardíacos y una vez hecha la misma, se procedió a realizar una segunda evaluación. En la evaluación previa los estudiantes obtuvieron un promedio de 2.50 puntos como se puede observar en el Gráfico 1, que refleja un nivel de conocimiento relativamente bajo en cuanto al reconocimiento de los ruidos cardíacos. Las calificaciones más altas fueron conseguidas por estudiantes de la cátedra de pediatría.

Posteriormente a los mismos estudiantes una vez orientados y expuestos a la examinación del simulador a través de estetoscopio y sin el donde auscultan los ruidos cardíacos fueron sometidos a otra prueba, donde se refleja una mejoría considerable en la habilidad para distinguir ruidos cardíacos al obtener una calificación promedio de 4.17 punto (Gráfico. 2).

Las calificaciones obtenidas revelaron que el simulador funciona de manera adecuada como instrumento de práctica y entrenamiento de oído encaminado a realizar diagnósticos cardíacos reales en neonatos. La evaluación también permitió demostrar que el simulador presenta gran efectividad para evaluar a los estudiantes, su función de evaluación permitió conocer el número de aciertos y fallos que obtuvieron durante la prueba de simulación y una aproximación a su nivel de conocimiento.

Después de haber evaluado a los estudiantes se pudo constatar que el simulador tiene las características necesarias para que cada estudiante adquiera conocimientos y habilidades de auscultación, es pertinente remarcar la capacidad del simulador para reproducir ruidos muy claros y perfectamente audibles. El simulador una vez completado fue provisto de ropa y una cuna adecuada a su tamaño para aumentar el realismo de la simulación. Como es evidente, se logró reproducir el tamaño y textura humanos característicos de un recién nacido, además a través del llanto y movimiento de piernas incluido se logró reproducir en gran parte el comportamiento de un neonato.

#### **4. Discusión**

El resultado es un simulador medico con un sistema mecánico, electrónico o informático permitiendo realizar actividades de destrezas clínicas semiológicas en docentes y estudiantes de medicina de nuestra facultad obteniendo y experimentando sensaciones que pueden llegar en el área médica que puedan ser tan reales como estar con un paciente, permitiendo en el estudiante aprender, buscar e identificar herramientas que les proporcionen soluciones a problemas en un escenario que los aproxima a la realidad como los experimentados en estudios con estudiantes de medicina en la facultad de medicina de Valencia.(5)

La simulación crea un ambiente donde los estudiantes ponen a prueba sus conocimientos y habilidades mediante la metodología ensayo-error con la intención de aprender a diagnosticar a un paciente, pero sin el temor a errar o bien a equivocarse en el diagnóstico del mismo, hoy en día la simulación es considerada un método educativo eficiente al momento que evalúa y entrena las capacidades de los aprendices en la educación médica, además de que evita la exposición del paciente a cualquier riesgo.(6,7)

La simulación médica debe ser basada en el reconocimiento y manejo de enfermedades en humanos, pacientes reales, casos reales; sin embargo, la renuencia de los pacientes a ser usados como sujetos de práctica obliga a desarrollar métodos para proporcionar una atención eficaz y responsable a los pacientes.(8,9)

Una de las características más importantes de la simulación es la adquisición de experiencia por el estudiante, además estos permiten evaluar su desempeño y funcionan como una herramienta de evaluación para los docentes; el uso de simuladores pone a disposición el área práctica al alcance de cualquier institución educativa, sin requerir de laboratorios complejos y altamente costosos ofreciendo al estudiante tener en su propio lugar educativo el entorno simulado de una situación real. Además, permiten reproducir fenómenos naturales difícilmente observables de manera directa en la realidad, por motivos diversos: riesgos, costos, escala de tiempo, escala espacial.(10,11)

Una de las destrezas básicas que un estudiante de medicina debe adquirir durante su formación es la capacidad de realizar un examen físico neonatal, el cual entre otros aspectos incluye la auscultación cardíaca y reconocer otros signos clínicos como la cianosis importantes aspectos para el diagnóstico de cardiopatías congénitas.(12,13)

La malformación cardíaca encontrada con más frecuencia es la comunicación interventricular, y se asocia a complicaciones clínicas según el lugar de lesión del tabique interventricular, dato que denota gran relevancia en la simulación puesto que permite entrenar a los estudiantes previamente mediante la auscultación de esta patología cardíaca y de esta manera enfrentarse a los pacientes reales con este tipo de

patologías.(14-16)

La comunicación interauricular es la anomalía que aparece en segundo lugar de frecuencia, los lactantes con esta anomalía suelen presentar cianosis al llanto al igual que otras patologías como la persistencia del conducto arterioso ambas patologías se han visto relacionadas con la presencia de signos clínicos como el soplo cardíaco, dato relevante en el uso y aplicación de simuladores en el entrenamiento médico.(16,17)

La Tetralogía de Fallot es una de las cardiopatías cianóticas más comunes y no se conoce con precisión el origen embriológico de este padecimiento. Se caracteriza por presentar cuatro defectos que son: Estenosis de la arteria pulmonar, comunicación interventricular, dextroposición de la aorta e hipertrofia ventricular derecha pero la importancia semiológica está fundamentada en la habilidad del estudiante de diferenciar el tipo de soplo cardíaco en relación a las patologías antes mencionadas.(18,19)

En el año 2015 el hospital Baca Ortiz de Quito-Ecuador, reportó en los neonatos atendidos en consulta externa de cardiología que las cardiopatías congénitas con mayor prevalencia fueron: comunicación interauricular en 15,9%, comunicación interventricular 12,8%; a diferencia del hospital Andrade Marín en el año 2016 reportaron 200 casos en neonatos con persistencia del conducto arterioso esto a conllevado a seguir de cerca esta patología por observar las cardiopatías congénitas como la tercera causa mortalidad infantil en el Ecuador es por ello que es de suma importancia el entrenamiento en estudiantes de las áreas clínicas en afinar el diagnóstico a través de la auscultación cardíaca. (20-23)

En el ámbito de la simulación pediátrica ésta es mayormente eficaz si representa escenarios clínicos complejos pues permitirá a los profesionales de la salud entrenarse para situaciones emergentes, sin embargo, es también importante para los estudiantes de medicina adquirir destrezas básicas como el examen físico neonatal completo pues guiará hacia un diagnóstico temprano de patologías congénitas siendo la simulación pediátrica un pilar cognoscitivo y de aprendizaje para un futuro profesional de la medicina.(24-27)

La probabilidad de que un profesional médico sin práctica previa ocasione daño físico o psicológico al paciente es muy alta, ésta es la razón principal por la cual en la mayoría de instituciones de formación profesional se ha adaptado la metodología de simulación, siendo el área pediátrica una de las más interesadas en aplicar este método de enseñanza para evitar posibles daños que pudieran poner en riesgo la vida del paciente.(28-30)

### Conclusiones

La construcción de un simulador neonatal que reproduce ruidos cardíacos es útil en el ámbito académico pues permite a los estudiantes mejorar destrezas y habilidades respecto a la auscultación cardíaca, esto fue evidente en el test realizado posterior a la utilización del simulador.

En Ecuador la prevalencia de malformaciones cardíacas congénitas es alta, razón por la que un profesional médico debe recibir un entrenamiento adecuado previo al contacto con un paciente, aquí radica la importancia de implementar simuladores neonatales dentro de su formación académica para generar menos molestias a los pacientes reales.

Elizabeth es un simulador que a pesar de su bajo costo recopila las características principales de un simulador neonatal de alta complejidad.

### Recomendaciones

En la construcción de simuladores es porque permite la interacción entre el estudiante y el mundo virtual o el mundo de la simulación que lleva al alumno y al docente a crear situaciones donde logren poder responder a problemas clínicos reales. Por lo que recomendamos estudios de aprendizaje encaminados en la orientación clínica y la investigación y a la vez en la creación de simuladores clínicos.

### Agradecimientos

A las autoridades de la Escuela de Medicina de Chimborazo, por la oportunidad de elaborar e incentivar el desarrollo de proyectos de investigación que benefician la educación, y al Sr. Erick Patricio Lovato Quizatasi por colaborar con la estructuración mecánica y electrónica del simulador. Además queremos agradecer a los estudiantes Bastidas Chavarría Angie Yamileth, Luna

Verdezoto Wellington Paul, Ortiz Barrera Heidy Carolina, Rojas Salazar Andrea Karina, María Alejandra Baltodano por valioso aporte para el desarrollo del proyecto.

### Conflicto de interés

No existen conflictos de intereses por parte de los autores o la entidad científica.

### Limitación de responsabilidad

El contenido manifestado en el presente trabajo es de entera responsabilidad de los autores y no de una institución pública ni privada.

### Fuentes de apoyo

Ninguno. El presente proyecto fue pautofinanciado.

### Referencias bibliográficas

1. Vázquez Mata G, Guillamet Lloveras A. El Entrenamiento Basado en la Simulación Como Innovación Imprescindible en la Formación. Scielo. [Online].; 2009. Available from: <http://scielo.isciii.es/pdf/edu/v12n3/revision.pdf>.
2. Álvarez ME, M GR. La Simulación en la Industria. Repositorio Universidad Técnica del Norte. [Online].; 2011. Available from: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/621/1/Tesis.pdf>.
3. Fajardo Dolci G, Casares Queralt S. México, D.F., México: Editorial Alfil, S.A de C.V. [Online].; 2013 [cited 2019 Octubre 24]. Available from: [http://ebookcentral.proquest.com/lib/es\\_pochsp/detail.action?docID=3222123](http://ebookcentral.proquest.com/lib/es_pochsp/detail.action?docID=3222123)
4. Pérez Castro y Vázquez JA, Lavallo Montalvo C. México, D.F., México: Editorial Alfil, S.A de C.V. [Online].; 2009 [cited 2019 Octubre 23]. Available from: [http://ebookcentral.proquest.com/lib/es\\_pochsp/detail.action?docID=3213514](http://ebookcentral.proquest.com/lib/es_pochsp/detail.action?docID=3213514)

5. Valencia J, Tapia S, Olivares S. La Simulación Clínica Como Estrategia Para el Desarrollo del Pensamiento Crítico en Estudiantes de Medicina. *Science Direct*. [Online].; 2016 [cited 2020 Enero 28. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S200750571630045X>. 2016.
6. Corvetto M, Pía Bravo M, Montaña R, Utili F, Escudero E, Boza C, et al. Simulación en Educación Médica: Una Sinopsis. *Scielo*. [Online].; 2013 [cited 2020 Enero 28. Available from: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872013000100010](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872013000100010).
7. Dávila Cervantes A. Simulación en Educación Médica. *Revista Investigación en Educación Médica*. [Online].; 2014 [cited 2020 Enero 28. Available from: <http://riem.facmed.unam.mx/node/254>.
8. Riancho J, Maestre JM, del Moral I, Riancho JA. Simulación Clínica de Alto Realismo: Una Experiencia en el Pregrado. *Scielo*. [Online].; 2012 [cited 2020 Enero 27. Available from: <http://scielo.isciii.es/pdf/edu/v15n2/original4.pdf>.
9. Galindo López J, Visbal Spiko L. Simulación, Herramienta Para la Educación Médica. *Semantic Scholar*. [Online].; 2007 [cited 2019 Octubre 24. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/fdb7/7d0bfd983d7547b8dffeb16d5866e7490684.pdf>.
10. Serna Ojeda JC, Borunda Nava D, Domínguez Cherit G. La Simulación en Medicina. La Situación en México. [Online].; 2012 [cited 2019 Octubre 27. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/circir/cc-2012/cc123p.pdf>
11. Valentín Rodríguez A. Cardiopatías Congénitas en Edad Pediátrica, Aspectos Clínicos y Epidemiológicos. *Scielo*. [Online].; 2018 [cited 2019 Noviembre 10. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242018000400015](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242018000400015).
12. Mayorga C, Rodríguez JG, Enríquez G, Alarcón J, Gamboa C, Capella D, et al. Cardiopatías Congénitas: Diagnóstico Prenatal y Seguimiento. *Scielo*. [Online].; 2013 [cited 2020 Enero 20. Available from: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchog/v78n5/art04.pdf>.
13. Osorio Góngora L, Silot Oliveros D. Comunicación Interventricular: Revisión de la Literatura. *Scielo*. [Online].; 2011 [cited 2020 Enero 20. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-897X2011000600008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2011000600008).
14. Maydana M, Echazarreta D, Ortíz R, Vázquez D, Portis M, Marelli D. Complicaciones en Pacientes Portadores de Comunicación Interventricular Pequeña. *Revista Insuficiencia Cardíaca*. [Online].; 2016 [cited 2020 Enero 24. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/3219/321946441006.pdf>.
15. Delgadillo Pérez S, Torres Martel JM, Barrera de León JC. Evaluación de los Resultados del Cierre Percutáneo Mediante el Dispositivo Amplatzer en Pacientes Pediátricos con Comunicación Interauricular (CIA). *Academia Nacional de Medicina de México*. [Online].; 2015 [cited 2020 Enero 28. Available from: [https://www.anmm.org.mx/GMM/2015/n4/GMM\\_151\\_2015\\_4\\_465-471.pdf](https://www.anmm.org.mx/GMM/2015/n4/GMM_151_2015_4_465-471.pdf). [https://www.anmm.org.mx/GMM/2015/n4/GMM\\_151\\_2015\\_4\\_465-471.pdf](https://www.anmm.org.mx/GMM/2015/n4/GMM_151_2015_4_465-471.pdf).
16. San Luis R, Arias L, L PM, Lázaro JL, León JL, Benítez Z, et al. Guía de Práctica Clínica Persistencia del Conducto Arterioso. [Online].; 2012 [cited 2020 Enero 28. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2012/im124t.pdf>.
17. Martínez AM, Valle J, Martínez AJ, Álvarez L. Repercusión Hemodinámica en Pacientes Neonatos con Conducto Arterioso Persistente: Factores Asociados. *Scielo*, *Archivos de Cardiología de México*. [Online].; 2017 [cited 2020 Enero 28. Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-99402017000300248](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-99402017000300248).

18. López Rodríguez J, Carchi Heras M. Informe de Caso y Revisión Bibliográfica: Tetralogía de Fallot. Revista de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Cuenca. [Online].; 2019 [cited 2020 Enero 28. Available from: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/medicina/article/view/2692/2021>.
19. Moore KL. Embriología Clínica. Novena ed. España: Elsevier; 2009.
20. Valetanga J. Cardiopatías Congénitas, Tercera Causa de Mortalidad Infantil en Ecuador. Edición Médica. [Online].; 2016 [cited 2020 Enero 29. Available from: <https://www.edicionmedica.ec/secciones/salud-publica/cardiopat-as-cong-nitas-la-tercera-causa-de-mortalidad-infantil-en-ecuador-89195>.
21. Curichumbi M. Prevalencia de la Persistencia del Conducto Arterioso en Prematuros Tratados con Paracetamol. Hospital Carlos Andrade Marín octubre 2014-2016. [Online].; 2017 [cited 2020 Enero 29. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11209/1/T-UCE-0006-015-2017.pdf>.
22. Toala L. Epidemiología de Cardiopatías Congénitas Diagnosticadas Ecográficamente en el Hospital Baca Ortiz 2014-2015. [Online].; 2017 [cited 2020 Enero 28. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11142/1/T-UCE-0006-007-2017.pdf>.
23. Prego J, Gerolami A, Más M, Morosini F, Cedrés A, Rocha S, et al. Simulación de Alta Fidelidad en Emergencia Pediátrica: Primera Experiencia en la Formación de Posgrado y Residentes de Pediatría. Revista Médica del Uruguay. [Online].; 2014 [cited 2020 Enero 28. Available from: <http://revista.rmu.org.uy/ojsrmu311/index.php/rmu/article/view/232/233>.
24. Ruza Tarrío FJ, de la Oliva Senovilla P. La Simulación en Pediatría: Revolución en la Formación Pediátrica y Garantía para la Calidad Asistencial. Anales de Pediatría, Asociación Española de Pediatría. [Online].; 2010 [cited 2020 Enero 28. Available from: <https://www.analesdepediatria.org/es-la-simulacion-pediatria-revolucion-formacion-articulo-S1695403310002158>.
25. Crujeiras V, Oulego I, Martín N, A. R. ¿Pueden Adquirir los Residentes Habilidades sin Comprometer la Seguridad del Paciente? El Ejemplo de la Canalización Venosa Central. Anales de Pediatría, Asociación Española de Pediatría. [Online].; 2010 [cited 2020 Enero 28. Available from: <https://www.analesdepediatria.org/es-pueden-adquirir-residentes-habilidades-sin-articulo-S1695403310002006>.
26. Guinez S, Maragaño P, Gomar C. Simulación Clínica Colaborativa para el Desarrollo de Competencias de Trabajo en Equipo en Esudiantes de Medicina. Scielo, Revista Médica de Chile. [Online].; 2018 [cited 2020 Enero 29. Available from: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872018000500643](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872018000500643).
27. García J, Arias M, Valencia É. Diseño de Prototipo de Simulador para Entrenamiento en Cirugía Laparoscópica. [Online].; 2011 [cited 2020 Enero 29. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-97622011000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-97622011000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es).
28. Rueda D, Arcos M, Alemán M. Simulación Clínica, Una Herramienta Eficaz para el Aprendizaje en Ciencias de la Salud. [Online].; 2017 [cited 2020 Enero 29. Available from: <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/838>.
29. Mendoza L, Herskovic P, Vásquez A, Quevedo F. Uso de Modelos Simuladores Como Metodología Docente para la Carrera de Medicina. Semantic Scholar. [Online].; 2009 [cited 2020 Enero 29. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/eb8c/1ae1e8bb94d8a81662201537d8e50c3da9e7.pdf>.

30. Galindo López J, Visbal Spirko L. Simulación, Herramienta para la Educación Médica. Redalyc, Salud. Universidad del Norte Colombia. [Online].; 2007 [cited 2020 Enero 29]. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/817/81723109.pdf>.