

Facultad de Medicina  
Universidad de Salamanca



Memoria de resultados del proyecto de  
innovación docente  
nº: ID2019/146

Simulador informático para el  
aprendizaje sobre el diagnóstico y el  
tratamiento del Dolor

María Begoña García Cenador

Francisco Javier García-Criado

Jorge Muriel-Fernández

Antonio López-Valverde

Silvia González Fernández

Salamanca, julio 2020

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS	2
PLAN DE TRABAJO	3
Esquema de las etapas propuestas	3
Metodología del proyecto	4
RESULTADOS	8
CONCLUSIONES	12
FUENTES DE CONSULTA	12

## INTRODUCCIÓN

Los avances en medicina en la última década han llevado a la práctica de técnicas y habilidades que requieren una formación cada vez más especializada, que se centra tanto en el uso de nuevas tecnologías como en la necesidad de la adquisición de la capacitación de una manera rápida a la vez que se aseguran las competencias que precisa el aprendizaje. Todo esto, supone un gran reto para la formación del alumno, sumándose además la necesidad de proteger al paciente dentro de márgenes de seguridad cada vez más exigentes desde un punto de vista ético y legal (1,2).

El término "simulación" se refiere al método de modelar o crear una realidad virtual para imitar una actividad (3) y se ha postulado como una solución potencial al desafío de brindar capacitación óptima en menos tiempo y salvaguardando los derechos de los pacientes. La simulación como concepto es diversa y puede referirse a habilidades y conocimientos técnicos y no técnicos. La simulación clínica nos proporciona un nuevo método de aprendizaje y entrenamiento en la que se entrelazan conocimientos, habilidades y factores humanos (4).

Existe una cantidad significativa de evidencia en diferentes especialidades que muestran las ventajas potenciales de la simulación en relación con la mejora del aprendizaje frente a la enseñanza tradicional centrada exclusivamente en el paciente (2,5,6). Por otro lado, proporciona un entorno protegido que evita que el error técnico pueda dar lugar a resultados devastadores en el paciente(1,5).

## OBJETIVOS

En la solicitud del proyecto de innovación se marcaron los siguientes 6 objetivos, de los cuales, el primero es el objetivo principal y los siguientes 5, específicos.

1. Desarrollo de una herramienta de simulación, denominada SimDolor, para su aplicación en el aprendizaje online de Grado y Posgrado en Ciencias de la Salud.
2. Recopilación de casos clínicos.
3. Creación de una Base de Datos.
4. Preparar una herramienta de simulación adaptada a la enseñanza del Dolor en el Grado en Medicina y Posgrado en Ciencias de la Salud.
5. Evaluar los resultados sobre el aprendizaje de los alumnos seleccionados en el Grado en Medicina.
6. Evaluar el rendimiento del sistema para proporcionar mejoras técnicas y metodológicas.

El objetivo de este trabajo es mostrar el diseño y desarrollo de una herramienta de simulación para su aplicación en el aprendizaje mediante simulador, denominada SimDolor. Es una herramienta de aprendizaje sobre el diagnóstico y tratamiento del Dolor para estudiantes de Grado, médicos internos residentes y especialistas. SimDolor consta de una base de datos de casos clínicos reales anonimizados que permite a los usuarios aprender en base a una toma de decisiones propia de cada caso clínico.

## PLAN DE TRABAJO

### Esquema de las etapas propuestas

- **ETAPA 1.** Se diseñará un modelo de caso clínico estandarizado y que sirva para cualquier género y tipología de caso clínico relacionado con el tratamiento del Dolor.
  - **Equipo:** MB García Cenador, FJ García Criado, C Sancho Sánchez, A Lopez-Valverde.
  - **Periodo de realización:** durante noviembre 2019.
- **ETAPA 2.** En base a lo anterior, se diseñará una base de datos digital optimizada que permita el almacenamiento de todos los casos clínicos con sus peculiaridades.
  - **Equipo:** J Muriel Fernández, S González Fernández
  - **Periodo de realización:** durante diciembre 2019.
- **ETAPA 3.** Generación a nivel informático del simulador.
  - **Equipo:** J Muriel Fernández.
  - **Periodo de realización:** hasta abril de 2020.
- **ETAPA 4.** Además, se realizará un estudio de control del aprendizaje en base a 2 grupos de estudiantes del Grado en Medicina. Un grupo serán estudiantes de 4º curso, antes de haber cursado la asignatura de Neurología y otro grupo, de alumnos de 5º curso, tras haber cursado dicha asignatura. Para ello se cargarán en el sistema 10 casos clínicos.
  - **Equipo:** MB García Cenador, FJ García Criado, J Muriel Fernández, A Lopez-Valverde, S González Fernández
  - **Periodo de realización:** durante mayo de 2020.
- **ETAPA 5.** Tras el uso de la herramienta, se les practicará una encuesta en ambos casos para constatar si tras el uso del simulador, sus conocimientos sobre el tratamiento del Dolor han aumentado y si el simulador les ha convencido como herramienta de aprendizaje.
  - **Equipo:** MB García Cenador, FJ García Criado, J Muriel Fernández, A Lopez-Valverde, S González Fernández
  - **Periodo de realización:** durante junio 2020.

## Metodología del proyecto

Se ha desarrollado un simulador que se utilizará para dar formación sobre dolor tanto a alumnos como a médicos residentes o especialistas, a través de la organización de un proceso de formación específico cuyo eje de aprendizaje es la resolución de casos clínicos. SimDolor forma parte de un proyecto investigador y de mejora docente subvencionado por la Fundación Grunenthal en colaboración con la Universidad de Salamanca.

La estructura del simulador es sencilla y se centra en torno a tres ejes: el alumno, los casos clínicos y los resultados del aprendizaje en el campo del dolor.

Para su ejecución el alumno solamente necesita un ordenador y el software correspondiente. Permite la organización de contenidos en torno a casos clínicos de diferente temática dentro del del dolor. Así, al inicio del proceso se ofrece al alumno un listado de casos clínicos con las temáticas: dolor neuropático, dolor orofacial, dolor oncológico, dolor lumbar, dolor vascular y dolor osteo-articular, de diferente dificultad.

En relación a la complejidad del caso se establecerá también la puntuación para la evaluación de cada caso. Los casos denominados como fáciles tienen una puntuación máxima de 20, mientras que los intermedios pueden alcanzar un máximo de 50 puntos y los considerados como de nivel experto pueden alcanzar un máximo de 100 (Figura 1). Todos ellos se basan en casos reales, obtenidos de la práctica médica y han sido elaborados por especialistas colaboradores en el campo del dolor, que actúan como instructores a lo largo de todo el proceso de diseño de la herramienta y que solucionarán además cualquier duda que plantee el alumno.

Lista de casos clínicos

Categoría	Caso clínico	Dificultad	Puntuación
Vascular	14	Fácil	3/20
Oncológico	13	Fácil	0/20
Neuropático	12	Fácil	0/20
Otros	11	Experto	100/100
Lumbar	10	Experto	100/100
Lumbar	7	Experto	100/100
Neuropático	8	Experto	100/100
Lumbar	9	Experto	100/100
Orofacial	6	Intermedio	50/50
Vascular	5	Experto	100/100
Neuropático	4	Experto	100/100
Oncológico	3	Intermedio	50/50
Neuropático	2	Intermedio	50/50
Neuropático	1	Fácil	20/20

**Figura 1: listado de casos clínicos desde el backend**

Como se puede ver en la Figura 1, el listado de casos clínicos es de fácil visualización y en él tenemos la información más importante del caso clínico.

El proceso se inicia con la selección del alumno o de su profesor. El sistema mostrará paso a paso el caso clínico, teniendo que resolver de manera correcta cada parte para poder pasar a las siguientes: Exposición del caso, datos del paciente, antecedentes personales, antecedentes familiares, enfermedad actual, anamnesis, exploración física, pruebas complementarias, diagnóstico, diagnóstico de sospecha, diagnóstico diferencial, diagnóstico final, tratamiento y evolución, discusión y fuentes de consulta (Figura 2).

Etapa	Puntuación	Número preguntas	Activo	Acciones
✓ Exposición del caso	0	0	No	   
✓ Datos del paciente	0	0	Si	   
✓ Antecedentes personales	0	0	Si	   
✓ Antecedentes familiares	0	0	Si	   
✓ Enfermedad actual	20	1	Si	   
Anamnesis	0	0	No	   
✓ Exploración física	0	0	Si	   
✓ Pruebas complementarias	20	1	Si	   
Diagnóstico	0	0	No	   
✓ Diagnóstico de sospecha	20	1	Si	   
✓ Diagnóstico diferencial	0	0	Si	   
Diagnóstico final o definitivo	0	0	No	   
✓ Tratamiento y evolución	20	2	Si	   
✓ Discusión	20	1	Si	   
✓ Fuentes de consulta	0	0	Si	   

**Figura 2: Ejemplo de listado de etapas en un caso clínico**

Etapa

Datos del paciente

Descripción

Paragraph **B** *I* ↶ ↷ 🔗 ⋮ ⌵ ⌴

Hombre de 61 años, con dolor es bilateral en la extremidades inferiores, que se describe como agudo y agudo. El dolor aumenta cuando se para. También experimenta dolor con cualquier toque, incluida la

**Figura 3. Detalle de la etapa**

Como se puede ver en las figuras 2 y 3 todas las etapas son personalizables, es decir, podemos configurarlas como desee el instructor. Las podemos publicar para que aparezcan dentro del caso clínico o pueden permanecer ocultas. Podemos incluso añadir imágenes que en el caso de la etapa de diagnóstico mediante pruebas complementarias es muy útil. De esta forma, nos permite darle la forma deseada a cada uno de los casos clínicos.

La parte más importante está en el botón "interrogación" que se muestra en la Figura 2, el cual nos dirige a un apartado de preguntas dentro de cada etapa.

Diagnóstico final o definitivo

Debido a su historial de diabetes, síntomas y examen, es razonable asumir un diagnóstico de PDN si su evaluación de laboratorio está dentro de los límites normales. Su b 12, las pruebas de función tiroidea, nitrógeno ureico en sangre y creatinina estuvieron dentro de los límites normales. La prueba de anticuerpos contra el VIH fue negativa. Debido a su reciente enfermedad de la arteria coronaria, los TCA estaban contraindicados

Con la aplicación de puntuación de síntomas simples y examen físico ( de Feldman ) y puntuaciones de 6 puntos ( neuropatía moderada ) y la clínica , se realiza el diagnostico de dolor neuropático en extremidades inferiores (EEII) secundario a neuropatía diabética.

**Lista de preguntas**

Pregunta	Puntuación	Activo	Acciones
Asumiendo que sea un cuadro correspondiente a una neuropatía diabetica debemos pensar en como lo manifiesta el paciente. Pongamos en orden nuestras reflexiones, ¿qué afirmación es la correcta?	2	No	  
¿Que hacer ahora? ¿Cómo hacer el diagnóstico de DN?	2	No	  

**Figura 4. Detalle de las preguntas de cada etapa.**

Como se puede ver en la Figura 4, podemos añadir todas las preguntas que queramos a cada etapa. En este caso son preguntas tipo test de 4 o 5 respuestas con sólo 1 correcta, pero se pueden programar otro tipo de preguntas si se desea. Siempre sean cuestiones que se validen automáticamente, para no depender de un evaluador externo.

Puntuación

2

Texto

Paragraph **B** *I* ↶ ↷ 🔗 ⋮ ⌵ ⌴

Asumiendo que sea un cuadro correspondiente a una neuropatía diabética que lo manifiesta el paciente. Pongamos en orden nuestras reflexiones, ¿qu

- 
- 
- 
- 

**Figura 5. Instantánea de las preguntas del cuestionario de evaluación en uno de los casos.**

En las preguntas de evaluación (Figura 5) también se pueden incorporar imágenes o archivos. Un detalle muy importante es la puntuación de la pregunta, que se muestra en la parte superior de la imagen 5. Los casos clínicos están estructurados en 3 tipos según su dificultad (esta dificultad la asigna el instructor). Nivel sencillo (20 puntos), Nivel intermedio (50 puntos) y nivel Experto (100 puntos). Estos puntos serán la suma de la puntuación asignada a todas las preguntas que se hacen para resolver un caso. Por una parte, tenemos la suma total del valor de todas las preguntas, pero, por otra parte, podemos ponderar unas preguntas más que otras asignándole más valor (siempre que el valor total sume el total de la dificultad del caso).

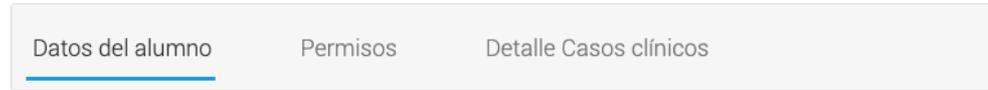
A cada usuario se le mostrará un listado con los casos clínicos que ha realizado y la puntuación obtenida en cada uno de ellos, pudiendo, en un futuro, volver atrás sobre los casos clínicos en los que no obtuvo la puntuación máxima (sobre los que sí la obtuvo también podrá volver a realizarlos).

El carácter educativo y formativo de la aplicación exige que su funcionamiento no sea monótono y facilite el entretenimiento con el uso. Es por ello que, el sistema está destinado a funcionar como un juego, en el que, con los puntos obtenidos en la resolución de los casos clínicos, se van sumando para ir dando niveles de experiencia al alumno, de forma que pueda ir desbloqueando niveles de dificultad o tipos de caso clínico según nos convenga (Figura 6).

## Mi perfil

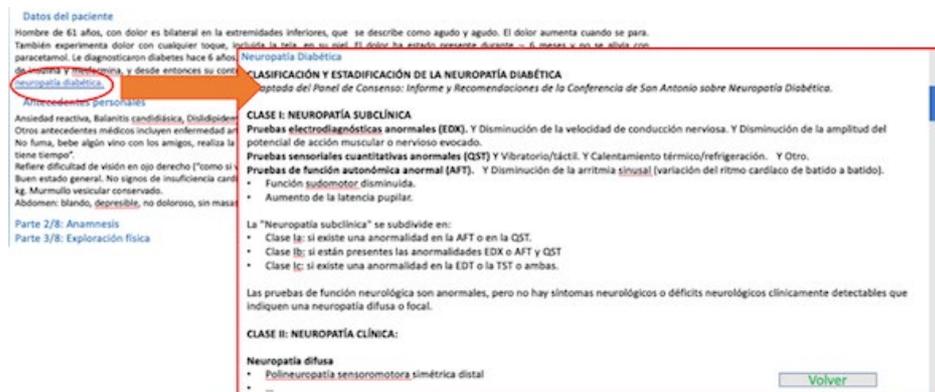
Nivel de Experiencia: 2 de 100

Puntuación: 14 puntos. 76 puntos para el siguiente nivel.



**Figura 6. Detalle de la pantalla de perfil de usuario**

Por otro lado, el simulador cuenta con otras herramientas docentes de gran utilidad. Así, se ha definido un sistema de información específico, denominado WikiDOLOR (Figura 7) que busca añadir información al propio caso clínico que se esté ejecutando en el momento, de forma que, a lo largo de la lectura de este, los términos con importancia en el tratamiento del Dolor aparezcan resaltados de forma que se seleccionando sobre ellos se nos muestre información complementaria al caso clínico. De esta forma, disponiendo de muchos casos clínicos que abarquen toda la tipología posible, la documentación adicional que se incorpore a la WikiDOLOR hará de esta un fondo de contenidos amplísimo, conseguido de manera sencilla y progresiva.



**Figura 7. Detalle del sistema de información WikiDOLOR**

# RESULTADOS

El propósito principal que se marcó es que, sin la necesidad de un paciente, el alumno pueda realizar un aprendizaje práctico sobre casos clínicos reales diseñados por especialistas en el tratamiento del Dolor. La disponibilidad de

casos clínicos sobre la materia favorece el entrenamiento y el feed-back adecuado para la consecución de las competencias de un modo sencillo.

La evaluación del aprendizaje se realiza mediante cuestionarios que incluyen preguntas que permiten valorar el nivel de conocimientos antes y después de la realización del caso clínico.

Los resultados del aprendizaje nos los muestran las puntuaciones que obtiene cada alumno dentro de los casos clínicos seleccionados por él o para él por su instructor. De manera destacada, por la base intrínseca de videojuego del simulador se estimula la repetición del proceso y el avance en el conocimiento. Todo para asegurar que el alumno adquiriera las competencias sobre el diagnóstico y tratamiento del Dolor en el nivel que el instructor desea, de otra manera, que los resultados del aprendizaje sean adecuados a los objetivos docentes.

Además, se realizó una encuesta a los alumnos tras el uso del simulador para contratar sus opiniones al respecto del uso del mismo.

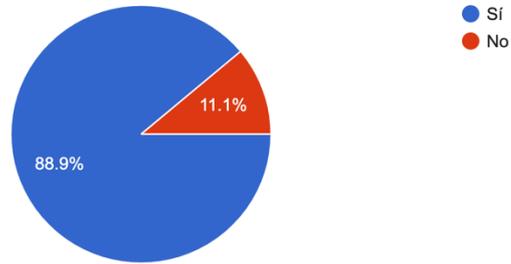
Se consultó a los alumnos de cuarto y quinto curso de Grado de Medicina si deseaban realizar la prueba. Se eligió este curso dado que estos alumnos tienen en su temario, la asignatura de Neurología y Dolor. Es por esto que, los alumnos de cuarto todavía no la habían cursado y los de quinto curso, si. De las solicitudes que se enviaron, se obtuvieron 72 aceptaciones a la realización de la prueba de control de la herramienta, y de estos, 56 alumnos fueron los que resolvieron los casos y realizaron la encuesta de satisfacción.

Las preguntas propuestas fueron de toda índole: científicas, de aprendizaje, de uso, de estética, de metodología... hasta un total de 10 preguntas. Las respuestas fueron evaluadas de 1 a 5, siendo 1 sí, mucho y 5 no, nada.

Algunos de estos resultados fueron los siguientes:

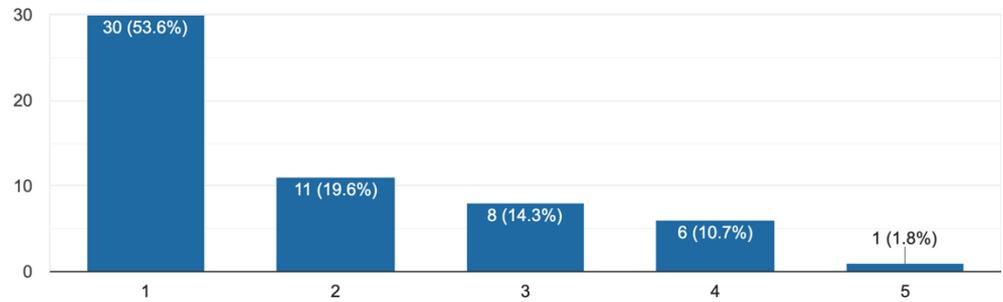
¿Has estudiado la asignatura de Neurología?

56 responses



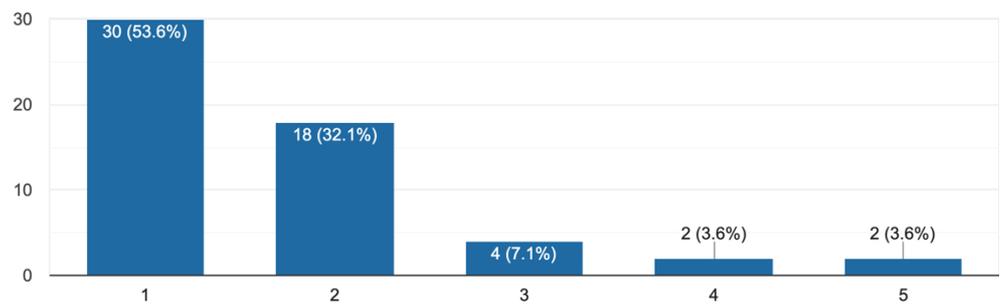
¿Te ha parecido interesante el simulador de casos clínicos?

56 responses



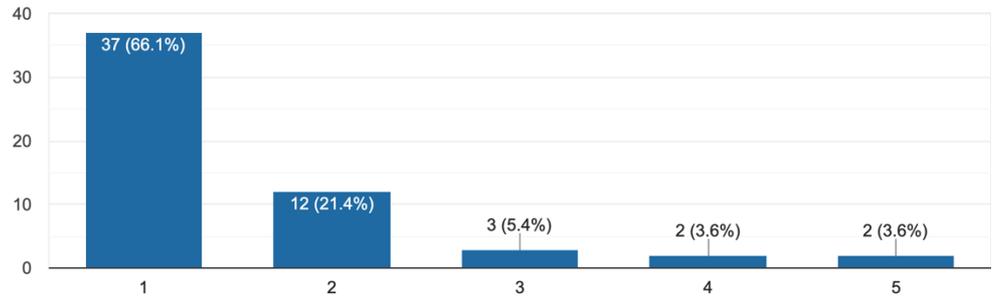
¿Te resulta fácil de utilizar la herramienta?

56 responses



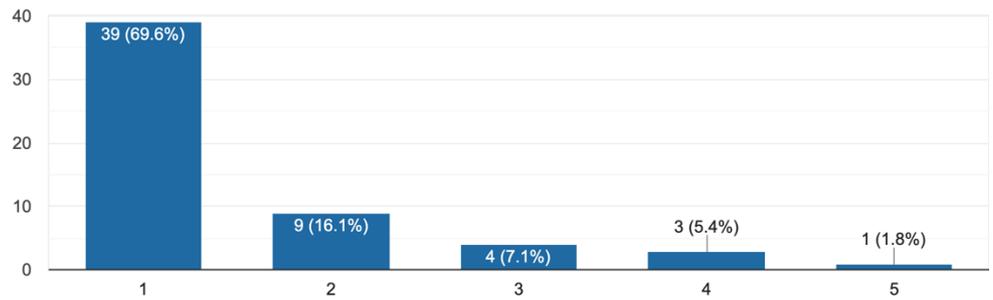
¿Te parece interesante el aprendizaje basado en la resolución de Casos Clínicos?

56 respuestas



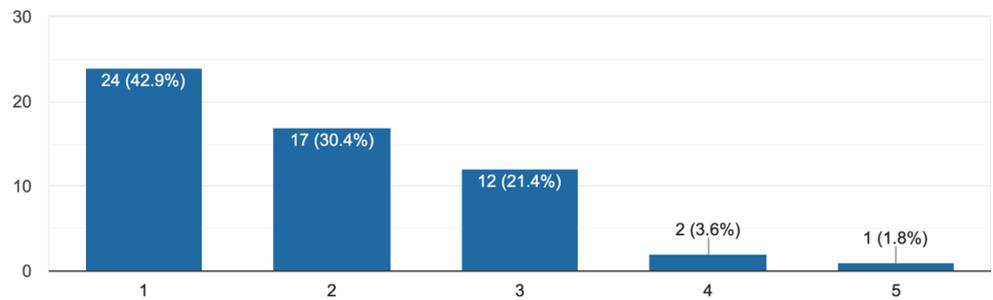
¿Te gusta poder volver sobre un caso clínico que ya has resuelto para ver en qué has fallado y resolverlo de nuevo?

56 respuestas



¿Te parece útil la parte de la WikiDolor?

56 respuestas



## CONCLUSIONES

La herramienta diseñada se presenta como un método sencillo de enseñanza, versátil, intuitiva y facilitadora de la docencia en el campo del Dolor, que puede emplearse en diferentes niveles de aprendizaje y utilizarse tanto por alumnos de los grados en Ciencias de la Salud como especialistas relacionados con este tema. Entre sus ventajas se destaca además la posibilidad de asociar otras formas de aprendizaje como realidad virtual, inmersiva o de otro tipo que puede completar el diseño de la herramienta en sucesivos desarrollos del sistema.

## FUENTES DE CONSULTA

1. Jack McCarthy; Jeffrey B. Cooper P. Malpractice Insurance Carrier Provides Premium Incentive for Simulation-Based Training and Believes It Has Made a Difference - Anesthesia Patient Safety Foundation [Internet]. [cited 2019 Jun 5]. Available from: <https://www.apsf.org/article/malpractice-insurance-carrier-provides-premium-incentive-for-simulation-based-training-and-believes-it-has-made-a-difference/>
2. Kirkman MA, Ahmed M, Albert AF, Wilson MH, Nandi D, Sevdalis N. The use of simulation in neurosurgical education and training. *J Neurosurg* [Internet]. 2014;121(2):228–46. Available from: <https://thejns.org/view/journals/j-neurosurg/121/2/article-p228.xml>
3. Okuda Y, Bryson EO, DeMaria S, Jacobson L, Quinones J, Shen B, et al. The utility of simulation in medical education: what is the evidence? *Mt Sinai J Med A J Transl Pers Med*. 2009;76(4), 330-343.
4. Hanscom R. Medical Simulation from an Insurer's Perspective. *Acad Emerg Med* [Internet]. 2008 Nov 1 [cited 2019 Jun 5];15(11):984–7. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1553-2712.2008.00255.x>
5. Zendejas B, Cook DA, Bingener J, Huebner M, Dunn WF, Sarr MG, et al. Simulation-based mastery learning improves patient outcomes in laparoscopic inguinal hernia repair: a randomized controlled trial. *Ann Surg*. 2011;254(3), 502-511.
6. Sánchez-Ledesma MJ, Juanes JA, Sáncho C, Alonso-Sardón M, Gonçalves J. Acquisition of Competencies by Medical Students in Neurological Emergency Simulation Environments Using High Fidelity Patient Simulators. *J Med Syst*. 2016;40(6), 139.

