

## DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA TECNOLÓGICA PARA APRENDIZAJE Y MONITOREO DE SIGNOS VITALES A ESTUDIANTES

<https://doi.org/10.5377/ccs.v7i1.13290>

*Saúl Antonio Cornejo Hernández*

Mtro. Metodología de la Investigación Científica  
Docente investigador Universidad Evangélica de El Salvador,  
[saul.cornejo@uees.edu.sv](mailto:saul.cornejo@uees.edu.sv) <https://orcid.org/0000-0001-6657-5462>

Recibido: 27/07/20 / Aceptado: 10/05/21

---

### Resumen

El objetivo de apoyar en la asignatura de Nosología II fue desarrollar un proyecto de innovación a través de una herramienta didáctica que ofreciera entrenamiento eficiente en el análisis del diagnóstico clínico de los signos vitales, debido a que no se dispone de uno. Actualmente la tecnología ofrece una cantidad de opciones de dispositivos para el desarrollo de estos proyectos innovadores. Por esta razón se decidió llevar a cabo una herramienta didáctica para simular diversos estados en los signos vitales de un paciente, el cual permitiría a los estudiantes entrenamiento constante. El tipo de innovación para este proyecto es *la incremental*, porque se ha creado un valor agregado sobre un producto existente; añadiendo nuevas mejoras a necesidades específicas, convirtiéndose en nuevos productos. Se necesitó una metodología que guiara el progreso de la propuesta, utilizando la entrevista no estructurada a dos docentes médicos, encargados en el desarrollo de las cátedras de nosología. Además, se desarrolló un grupo focal con estudiantes de nosología II, que permitió conocer las necesidades que ellos tenían y para los avances técnicos se dividió en dos fases: una consistió en el desarrollo electrónico; la otra, en el desarrollo de software y la infraestructura de comunicación. Se logró obtener una herramienta didáctica que contribuya en las prácticas, fortaleciendo el aprendizaje en el análisis del diagnóstico clínico emitido por los signos vitales.

**Palabras clave:** Signos vitales, presión arterial, frecuencia del pulso, oximetría, base de datos, El Salvador.

## DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGICAL DIDACTIC TOOL FOR LEARNING AND MONITORING OF VITAL SIGNS TO STUDENTS

### Summary

The objective of supporting the subject of Nosology II was to develop an innovation project through a didactic tool that offered efficient training in the analysis of the clinical diagnosis of vital signs, due to the fact that one is not available. Currently the technology offers a number of device options for the development of these innovative projects. For this reason, it was decided to carry out a didactic tool to simulate various states in the vital signs of a patient, which would allow students constant training. The type of innovation for this project is *the incremental*, because it has created an added value on an existing product; adding new improvements to specific needs, becoming new products. A methodology was needed to guide the progress of the proposal, using the unstructured interview with two medical teachers, in charge of the development of the chairs of nosology. In addition, a focus group was developed with nosology II students, which allowed them to know the needs they had and for the technical advances it was divided into two phases: one consisted of electronic development; the other, in the development of software and communication infrastructure. It was possible to obtain a didactic tool that contributes to the practices, strengthening the learning in the analysis of the clinical diagnosis emitted by the vital signs.

**Keywords:** Vital sings, blood pressure, pulse rate, oximetry, database, El Salvador.

### Introducción

Hoy en día existen diferentes proyectos enfocados en el área tecnológica o proyectos que utilizan la tecnología como herramienta de desarrollo, posibilitando escuchar y comprender nombres de componentes como el software, base de datos, infraestructura de comunicación y elementos electrónicos como: sensores, circuitos, electrodos capacitores, entre otros. Estos proyectos son para innovar en áreas pro-

ductivas como la agronomía, la industria, el sistema financiero, el sector salud, entre otros.

Cada uno de estos componentes al fusionarse, forma una caja de herramienta para el desarrollo o mejoramiento de diferentes servicios, procesos y producto. A su vez también permite la creación de pequeños componentes o dispositivos que actúan por medio de casi cualquier

estimulo de un ambiente, estos son llamados sensores. Los sensores, tienen como objetivo monitorear los diferentes fenómenos o situaciones que suceden, permitiendo la toma de decisiones dependiendo de los resultados obtenidos.

En el sector salud, el uso de sensores tiene el mismo objetivo: monitorear los diferentes fenómenos, por ejemplo, en un edificio o, en el caso, monitorear los signos vitales en el cuerpo de un paciente. El uso de sensores para el monitoreo en personas, sean invasivos o no invasivos, se le conoce como BNS (Body Network Sensor) redes de sensores para el área corporal (Ruiz, 2016a).

Es por esta razón, que el propósito fundamental de este proyecto de innovación fue la creación de una herramienta didáctica, desarrollada con tecnología de sensores Arduino y software de libre distribución, por lo tanto, se consultó literatura especializada en el área de electrónica y el desarrollo de software para este estudio: el libro de Juan Vicente «Redes inalámbricas de sensores» (España, 2010). Este libro permite conocer el funcionamiento de los sensores, capacidades y variedad, además de cómo trabajar con varios sensores que envíen información a un solo punto: temperatura del cuerpo y tensión arterial, otro libro consultado fue el de Alicia Ramos con el título «Aplicaciones Web» (España, 2011).

En cuanto la consulta en el área de la salud se consultó un 60 % de literatura relacionada con los signos vitales, necesario para alcanzar el

objetivo del proyecto de la herramienta didáctica para simular diversos estados de urgencia en los signos vitales de un paciente. Se completó y se espera que contribuya de forma directa a los estudiantes de Nosología II; apoyando en el aprendizaje y el análisis del diagnóstico clínico que dependan de los signos vitales de un paciente con la opción de fortalecer el proceso de aprendizaje por medio de las tecnologías. Para realizar este proyecto de innovación fue necesario utilizar una metodología que dirigiera el desarrollo, tomando en cuenta que se iban a fusionar tres grandes disciplinas: la electrónica, la informática y la medicina.

## Metodología

Una vez analizada como se complementarían esas tres disciplinas, se dispuso a buscar una metodología que garantizara el funcionamiento del proyecto de innovación. Luego que se encontró la metodología a seguir, se inicia con la búsqueda de necesidades con los docentes y estudiantes, realizando una entrevista no estructurada para los docentes médicos encargados de impartir las asignaturas de nosología I y II.

Para conocer las necesidades de los estudiantes de primera mano, se desarrolla un grupo focal que permita confirmar las necesidades expuestas por los docentes; a través del cual se destaca la necesidad que los estudiantes de nosología II, no tenían una herramienta que les ayudara a practicar cómo emitir un diagnóstico clínico a partir de los signos vitales de un paciente.

Una vez encontrada la necesidad, se pasó a evaluar un diseño que garantizara los objetivos del proyecto de innovación. La metodología utilizada se desarrollo en dos fases: primero, la parte electrónica que abarca desde la realización de una lista de elemento a necesitar, hasta el ensamblado y funcionamiento de cada elemento. Solamente si funcionaba la parte electrónica se podía seguir a la fase dos, de lo contrario, no tenía sentido seguir con el desarrollo del proyecto de innovación.

Segundo, la fase dos está enfocada en el software que haría la comunicación, el desarrollo de la base de datos y la interface que permite el monitoreo de cada signo vital y, por último, el software que generaría la simulación de urgencias.

Después de entender la metodología era necesario saber qué tipo de innovación se iba a desarrollar, para ello se utilizó el manual de Oslo conduciendo una innovación de tipo *incremental*, porque se creó un valor agregado sobre un producto que ya existía, añadiéndole nuevas mejoras o adaptaciones a necesidades específicas convirtiéndose en nuevos productos de bajo costo de adquisición y con una funcionalidad eficiente (M. Oslo, 1997).

En este sentido, con la finalidad de tener un orden en el desarrollo del proyecto de innovación se diagramó una metodología que funcionó como guía de desarrollo para honrar los objetivos propuestos.

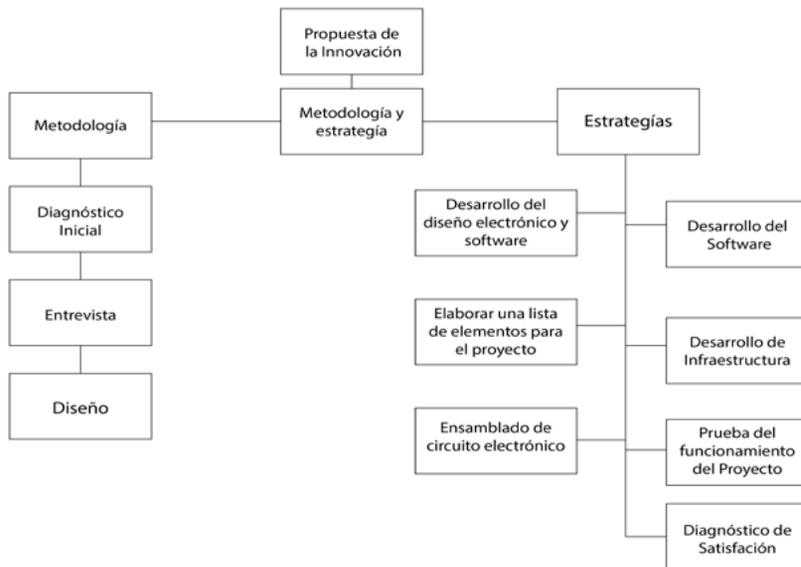


Figura 1. Esquema de metodología de proyecto de innovación.

Fuente: Elaboración propia.

Como se explicaba anteriormente, se inició con un diagnóstico inicial para la búsqueda de valoraciones de los requerimientos que permitirían establecer los alcances e impacto de un proyecto y, a la vez, valorar las necesidades que tienen los usuarios ante una propuesta de innovación con el propósito de agilizar o mejorar un proceso.

Para el desarrollo de las estrategias se utilizaron dos fases. Una para el desarrollo de la electrónica y otra para el desarrollo del software incluyendo la infraestructura de comunicación y control.

En la primera fase del desarrollo de este proyecto de innovación se requirió seleccionar los insumos que permitieran la elaboración satisfactoria del proyecto. Se busco las especificaciones técnicas mínimas que hicieran posible el alcance del proyecto. En la fase dos, se desarrolló del software e infraestructura, y se dividió en cinco etapas:

- a. **Etapa uno: análisis de la documentación técnica**, en esta etapa fue necesario que el encargado de desarrollo tuviera tiempo para indagar sobre herramientas tecnológicas en software y electrónica a utilizar y adquirir las destrezas de protocolos de comunicación, para proceder al diseño de la transmisión de datos en diferentes plataformas.
- b. **Etapa dos: diseño de software y hardware**, el objetivo fue desarrollar los diseños de los prototipos del dispositivo electróni-

co teniendo en cuenta las características de hardware, así como los diseños de programación de interfaces web y base de datos. Fue necesario establecer estándares de comunicación tales como, TCP/IP, Redes de sensores, transmisión de datos.

- c. El lenguaje de programación que se utilizó para la propuesta fue PHP 7.0 y MySQL 8.0.1, para gestor de Base de Datos, Python 3.8.2 para la comunicación con los microcontroladores, Apache 2.4 para la comunicación web. Luego, se procedió a la descarga de las herramientas de programación necesarias para la instalación del software librerías, módulos y actualizaciones.
- d. Etapa tres: Instalación y configuración del software
- e. Esta etapa requirió más tiempo ya que la instalación del software necesitó más librería de las que se tenían. Asimismo, las etapas cuatro y cinco fueron la de mayor duración, pues se involucraron la prueba de funcionamiento, antes de la implementación.

**Tabla 1. Organización para la ejecución del proyecto**

Cargo	Funciones
Investigador	Coordinación y administración de visitas de campo (entrevistas), compra de suministros.
	Configuración y levantamiento de base de datos y conectividad con el servidor.
Ing. Saúl Antonio Cornejo Hernández	Diseño, programación e implementación de interface y pruebas.
	Diseño, configuración de estructura de red, conexión de red de sensores, conexiones locales.
	Creación de circuito electrónico. Ensamblaje y pruebas.
Asesor Especialista	Monitoreo, revisión y aprobación de cada actividad programada en el desarrollo del proyecto.

Se contó con el recurso humano idóneo; Un investigador del área de ingeniería y un asesor especialista

en el área de informática y electrónica. Las actividades y funciones se detallan a continuación:

**Tabla 2. Organización para la ejecución del proyecto**

Funciones	Tiempo en semanas
Compra de suministros electrónicos al mercado internacional.	12 semanas
Coordinación y administración de visitas de campo (Entrevistas).	4 semanas
Configuración y levantamiento de base de datos y conectividad con el servidor.	12 semanas
Diseño, programación e implementación de interface.	
Diseño, configuración de estructura de red, conexión de red de sensores, conexiones locales.	4 semanas
Creación de circuito electrónico, ensamblaje de elementos de electrónica.	4 semanas
Pruebas del circuito	1 semana
Pruebas de la base de datos	
Prueba del software	2 semanas
Evaluación de satisfacción	2 semanas

Fuente: Elaboración propia.

Las actividades y funciones que necesitó el proyecto de innovación para su desarrollo se detallan a continuación en semanas:

Una vez que se ha explicado la metodología, es necesario mencionar que, por la naturaleza del desarrollo de este proyecto de innovación, no se contempló el desarrollo de un estudio estadístico en donde se incluye hipótesis, muestras y análisis de gráficos entre otros puntos. Si bien se han utilizado instrumentos para una entrevista no estructurada y una focalizada, ha sido con la intencionalidad de buscar una necesidad y fundamentar de buena forma la creación de este proyecto de innovación.

## Resultados obtenidos

Es necesario aclarar que los cambios descritos a continuación son de carácter supuesto o hipotéticos que por motivos de emergencia nacional es imposible implementar la herramienta, ya que si se hacen pruebas reales con personas violaríamos la distancia social y se pondría en riesgo la vida de los participantes. Su funcionalidad, evaluaciones y resultados se han tomado con base en el criterio de su funcionamiento.

A continuación, se presentan los resultados supuestos o hipotéticos:

**Tabla 3. Cambios en necesidades y problemas abordados (hipotéticos)**

Desarrollo de una clase tradicional de Nosología II, sin una herramienta didáctica innovadora.	Desarrollo de una clase de Nosología II, utilizando una herramienta didáctica innovadora.
Los estudiantes no hacen uso de las nuevas tecnologías en las practica de las asignaturas de Nosología II.	Con el uso de esta nueva herramienta, los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar las nuevas tecnologías en su formación académicas.
Los estudiantes de Nosología II, no tenían ninguna herramienta de laboratorio para la práctica de emisión de diagnostica de signos vitales.	Con la nueva herramienta didáctica, los estudiantes de Nosología II, pueden practicar emisión de un diagnóstico clínico porque ya cuenta con ello.
Los estudiantes al no tener una herramienta didáctica para prácticas de diagnóstico por medio del estado de los signos vitales se sienten nerviosos, ansiosos y preocupados a la hora de sus exámenes orales.	Con la nueva herramienta didáctica, podrán practicar lo suficiente y a si diagnosticar por medio de los signos vitales, y tendrán mayor oportunidad de obtener mejores resultados académicos.

<p>Un estudiante en estado de preocupación, ansioso y nervioso, tiene mayor probabilidad de obtener una nota deficiente.</p>	<p>Con el uso de esta herramienta un estudiante que haya realizado sus prácticas a tiempo y adquirido conocimiento al hacerlas es un estudiante exitoso y alta probabilidad que a la hora de sus evaluaciones orales obtenga buenas notas.</p>
<p>No es posible seguir desarrollando clases tradicionales sin ayuda de la tecnología, ya es un complemento que fortalece el proceso de enseñanza y aprendizaje y no lo tenemos todavía.</p>	<p>Para los docentes es necesario tomar en cuenta las nuevas tecnologías para mejor el proceso de enseñanza y aprendizaje y buscar ese complemento que genere resultados positivos, tanto para los docentes como a los estudiantes.</p>
	

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta un esquema (Figura 2) del desarrollo tradicional de clases con pocas prácticas para el desarrollo de clase de Nosología I y II.



Figura 2. Desarrollo de clases tradicionales en Nosología II.

Fuente: Elaboración propia.

Esquema del desarrollo de clases con herramientas didácticas innovadoras con muchas prácticas para el desarrollo de clase de Nosología I y II. (Figura 3)

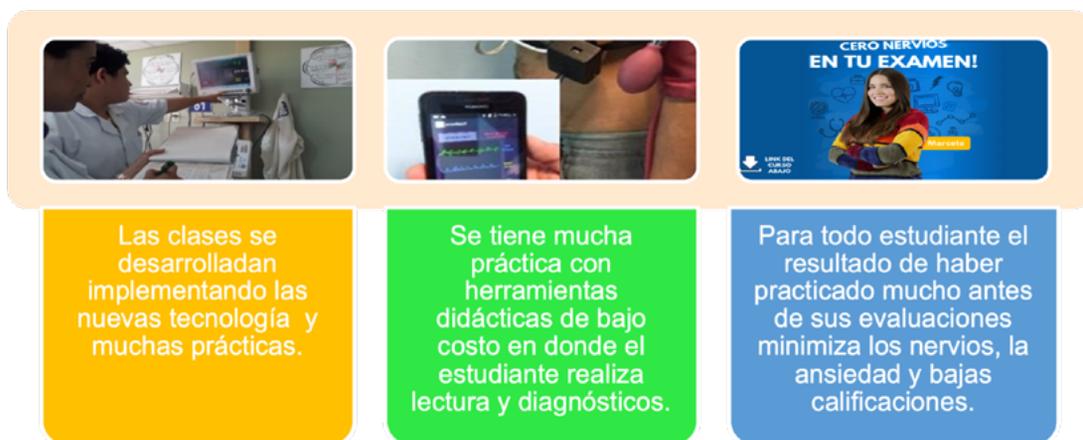


Figura 3. Desarrollo de clases con la herramienta didáctica construida con nuevas tecnologías para la asignatura de Nosología II. Fuente: Elaboración propia.

## Percepción de usuarios

La percepción de profesionales que participaron en la construcción de este proyecto de innovación es que cuando el estudiante practica tiene la oportunidad de ir mejorando en la elaboración del dictamen del diagnóstico clínico; además, de combinar datos anormales de los signos vitales para tener un buen entrenamiento del diagnóstico clínico.

Otra percepción de los profesionales es que este proyecto puede mejorarse con nuevas ideas innovadoras; aunque la construcción no es certificable ante la Organización Mundial de

la Salud, si se compara con aparatos oficiales, emite los mismos resultados o, al menos, está en el margen de lo aceptable. Pero para llegar a fundamentar esta última percepción será necesario seguir probando esta herramienta con más personas para tener la certeza de su funcionamiento.

## Discusión del resultado obtenido

El desarrollo de este proyecto de innovación permitió observar cómo se funcionaban dos tecnologías para obtener un dato y poderlo

interpretar, existió mucha complejidad en su desarrollo concordando con algunos proyectos de innovación como por ejemplo en de Alexis Arévalo y Daise Toloza quienes forman un equipo de investigación en biomédica en Colombia, el proyecto consistió en el desarrollo de un monitor de signos vitales basado en una computadora portátil y sensores para la captura de datos (Meneses & Toloza, 2006).

La finalidad de este último proyecto antes mencionado y el procesamiento de dato utilizado lo hace diferente al proyecto de innovación creado porque la finalidad de este es didáctica y la tecnología utilizada para su comunicación es de libre distribución, existe otros proyectos en donde se utiliza tecnología que fue utilizada en el proyecto de innovación el cual consiste

en el monitoreo de signos vitales y alerta de accidentes, este tiene con fin ayudar a las personas que se les dificulta moverse (Vallejo G., 2015). Es importante considerar que existe una cantidad considerable, de este tipo de proyectos de innovación inclusive en algunos se ha utilizado la misma tecnología, pero el fin con el que fueron creados los hace diferentes.

Por otra parte, como se mencionaba anteriormente en relación con la emergencia nacional que ha causado un impedimento en relación de poder certificar los resultados del funcionamiento de este proyecto de innovación. Por tal motivo las evaluaciones del usuario en base a su funcionalidad, los cambios observados y pruebas de eficiencia, no se pudieron realizar por las razones antes mencionada.

**Tabla 4. Tabla comparativa de resultados de medición con aparatos profesionales y el proyecto de innovación**

Persona	Medición	Aparatos profesionales	Reloj inteligente	Prototipo Desarrollado	Diferencia
Persona 1	Presión Sistólica (mmHg)	120	120	122	+2/+2
	Presión Diastólica (mmHg)	82	80	84	+2/+4
	Pulso	81	81	81	0/0
	Temperatura	36.7	36.5	36.4	-0.3/-1
Persona 2	Presión Sistólica (mmHg)	120	121	122	+2/+1
	Presión Diastólica (mmHg)	80	80	82	+2/+2
	Pulso	79	80	81	+2/+1
	Temperatura	36.1	36	36.2	+0.1/+2
Persona 3	Presión Sistólica (mmHg)	115	115	117	+2/+2
	Presión Diastólica (mmHg)	75	75	75	0/0
	Pulso	79	79	79	0/
	Temperatura	36.3	36.4	36.4	+0.1/0

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, los profesionales que tuvieron alguna relación en el desarrollo de este proyecto abalan su funcionamiento, pero se sabe perfectamente que no es suficiente a la hora de fundamentar resultados. Por lo tanto, se ha hecho mediciones para obtener un dato de discusión.

En la tabla siguiente se describe los resultados obtenidos de un tensiómetro digital, utilizado en un consultorio, así como

un termómetro de mercurio para medir la temperatura corporal y un oxímetro de pulso, con la finalidad de comparar esos valores con los valores que se obtuvieron de un reloj inteligente y del proyecto de innovación. Los datos fueron obtenidos por tres personas de diferentes edades que han participado en las pruebas de funcionamiento del proyecto.

Como se nota en la tabla los valores tomados por cada aparato, no siempre son iguales y existen pequeñas diferencias entre aparatos, esto radica en la sensibilidad y calibración de sensores y también se puede encontrar en el tipo de estrés que ha tenido la persona cuando ha utilizado cada uno de los aparatos. Por esta razón se puede decir que la diferencia de los datos no es significativa.

El proyecto de innovación desarrollado obtiene cuatro valores de signos vitales al mismo tiempo; además de ser compacto y móvil, capaz de enviar y almacenar los datos en tiempo real para futuros monitoreos; esto representa una mejora en comparación con otros aparatos, de los cuales son portátiles, pero no centralizan la lectura de cuatro signos vitales. Otros aparatos son centralizados y obtienen varios datos de más de cuatro signos vitales, pero no son móviles.

Es de considerar que el proyecto de innovación desarrollado no es solamente para obtener los datos fiables de los signos vitales, sino que especialmente es para que el estudiante aprenda a realizar un diagnóstico clínico a partir de esos datos obtenidos. Es por eso que es una herramienta didáctica.

Como se mencionó anteriormente, existen varios autores que han desarrollado proyectos académicos y no académicos que han utilizado la misma tecnología que este proyecto, pero en esos proyectos solamente han tenido

como fin la toma de signos vitales y es por eso por lo que este proyecto de innovación se hace más interesante e innovador ya que además de leer datos provenientes de los signos vitales los envía, los almacena se vuelve una herramienta de aprendizaje para la elaboración del diagnóstico clínico a partir de los signos vitales.

Se busca comparar este proyecto de innovación con otros proyectos, pero no se logró conseguir totalmente, pero sí de forma parcial. Ya que en su totalidad estos proyectos terminan hasta la toma de signos vitales y el proyecto de innovación creado sobrepasa el hecho de solo tomar los signos vitales, sino que es un simulador para la emisión del diagnóstico clínico y eso lo hace muy ventajoso en comparación a otros proyectos.

Por consiguiente, el funcionamiento de esta herramienta didáctica permite dar fiel cumplimiento a los objetivos establecidos, por lo tanto, se creó una herramienta tecnológica para el uso didáctico, en donde los estudiantes de la asignatura de Nosología II, tendrán la oportunidad de realizar las prácticas, fortaleciendo el aprendizaje del diagnóstico clínico, emitido por los datos obtenidos de los signos vitales.

Por lo tanto, para hacer uso de la herramienta didáctica, es necesario que la información del usuario se encuentre en la base de datos por seguridad básica. La persona deberá tener un nombre de usuario y una clave de acceso. Sino

cuenta con esta información no podrá hacer uso de la herramienta tecnológica. En las figuras 4 y 5 se muestra la pantalla de ingreso de

una computadora, también se puede utilizar un celular o una tableta electrónica.



Figura 5. Entrada al sistema con la computadora. Elaboración propia.

Figura 4. Entrada al sistema por el celular.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Funcionalidad de la herramienta tecnológica.

Fuente: Elaboración propia.

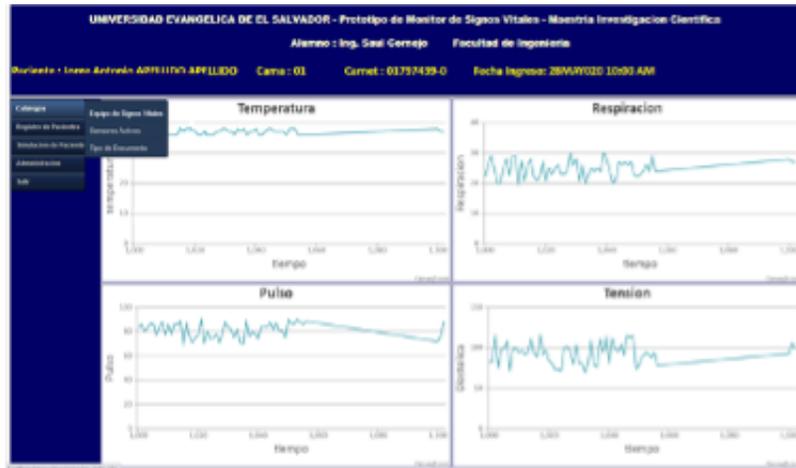


Figura 7. Procesamiento de la información. Elaboración propia.  
Momento en el cual el software procesa la información obtenida de los sensores activos.

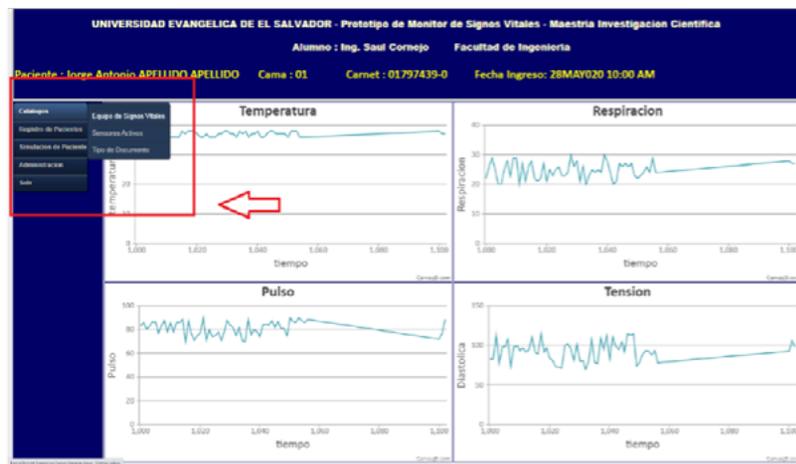


Figura 8. Utilización de los botones de simulación.  
Fuente: Elaboración propia.

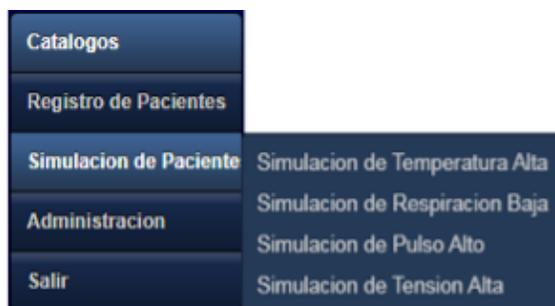


Figura 9. Botones de la Simulación.

Fuente: Elaboración propia.

En este menú de simulación el administrador o docente puede tomar cualquier dato obtenido de cada sensor y presentarlo al estudiante para que describa un diagnóstico clínico. En ese momento el estudiante ha visualizado unos diagramas con datos normales, segundo más tarde el docente le cambia los datos y el estudiante debe analizar la posible causa que ha generado un pulso alto o bajo. A esta acción se le llama diagnóstico clínico emitido por los signos vitales. El docente puede hacer las combinaciones que crea convenientes.

## Conclusiones

Ahora que está finalizado este proyecto de innovación, servirá como base para seguir trabajando en ideas innovadoras que sumen en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

A continuación, se detalla algunas conclusiones alcanzadas una vez finalizado el proyecto de innovación:

- El principal objetivo logrado fue desarrollar una herramienta tecnológica didáctica con el fin de proporcionar al estudiante un aparato que les ayude a diagnosticar variaciones de los signos vitales.
- En las pruebas de funcionamiento se detectó interferencia en el ambiente, especialmente, en el sensor de frecuencia cardiaca, producto de la sensibilidad del sensor adquirido.
- El comparar los datos emitidos del proyecto de innovación con otros aparatos certificados se logró disminuir el margen de diferencia de calibración que tenía en lectura de datos de la herramienta didáctica.
- Para poder tener una comunicación eficiente y estable entre la herramienta didáctica y el servidor se hizo una conexión local y una red privada en el router y así garantizar la comunicación sin interferencias.

Por otra parte, durante la realización de este proyecto se descubrió que las tecnologías más apropiadas para esta innovación son aquellas que utilizan bandas de frecuencia gigahercio, al obtenerse menor consumo y mayor precisión a la distancia.

Por la dificultad de la emergencia nacional no se logró medir la efectividad, evaluación y discusión de los resultados en la asignatura de Nosología II.

## Recomendaciones

Es sumamente necesario seguir actualizando la herramienta didáctica para buscar siempre la mejora continua y solventar algunos aspectos en el diseño que no se hicieron en la primera versión.

- Se recomienda a cada una de las Facultades promover el uso de las nuevas tecnologías para completar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes.
- Se recomienda un plan de actualización y escalabilidad de la herramienta didáctica para mejorar su diseño y capacidad, todo y cuando sea a beneficio del proceso de enseñanza y de quienes participan en ella.
- Por problemas de emergencia nacional fue imposible evaluar la herramienta didáctica; por lo tanto, será necesario realizar una segunda versión para poder superar estos inconvenientes.
- Se recomienda para una segunda versión de este proyecto, que las pruebas en usuario establezcan una cantidad mínima de 80 participantes y evaluar cada dato emitido con

aparatos certificados versus el proyecto de innovación para fundamentar su efectividad.

- Se recomienda que en una segunda versión el grupo focal sea con los estudiantes interesados para evaluar los cambios adquiridos.
- Colocar un perímetro de seguridad en la red, para evitar invasores o usuarios no autorizados.
- Se recomienda la ampliación física del área de laboratorio para garantizar el buen aprendizaje de los estudiantes y el cuidado de las nuevas herramientas didáctica.
- Para la comunicación de sensores inalámbricos es mejor utilizar protocolos de red, especialmente, para esta tecnología porque minimiza la pérdida de comunicación.

## Propuestas

Una vez se comience a trabajar la herramienta didáctica desarrollada, iniciará el envío de información al servidor, por lo tanto, habrá un cúmulo de información almacenada que será más grande por la cantidad de estudiantes. A partir de ahí habrá información entrando y saliendo del servidor saturando la red y volviendo lenta la conexión local.

En consecuencia, la propuesta fundamental es que este proyecto de innovación goce de su propio dominio de conexión para evitar lo que se menciona en el párrafo anterior, pero también para logra la funcionalidad desde la casa de cada estudiante.

De tal manera que con un dominio propio los estudiantes y docente podrán hacer consultas, desde cualquier parte del país, siempre y cuando estén conectado a internet. Esto significa que el estudiante desde su casa podrá seguir practicando y no necesitará estar presente en el laboratorio.

Es por esta razón que la propuesta es que el servidor de almacenamiento tenga su propio dominio de conexión.

### **Declaración de conflicto de intereses**

No aplica la declaración de conflicto de intereses.

## Referencias consultadas

- Baglivo, H. P. (2003). Clasificación de la hipertensión arterial en base a la definición del JNC VII y las guías de las Sociedades Europeas de Hipertensión Arterial y Cardiología 2003. *Rev. argent. anestesiología*, 341-345. Recuperado de <https://pesquisa.bvsalud.org/infonfrontera/resource/es/lil-383962>
- Bastidas, S. E. C., & Peláez, J. M. L. (2013). Estudio de redes de sensores y aplicaciones orientadas a la recolección y análisis de señales biomédicas. *Revista GTI*, 12(33), 85-99. Recuperado de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistagti/article/view/3558>
- Bottinelli, S., Boogert, A. A., Bouwman, J., Beckwith, M., Van Dishoeck, E. F., Öberg, K. I., & Lahuis, F. (2010). The c2d Spitzer spectroscopic survey of ices around low-mass young stellar objects. IV. NH<sub>3</sub> and CH<sub>3</sub>OH. *The Astrophysical Journal*, 718(2), 1100. Recuperado de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0004-637X/718/2/1100/meta>
- Briceño, I. (2005). Sepsis: Definiciones y aspectos fisiopatológicos. *Medicrit*, 2(8), 164-178.
- Capella Hernández, Juan Vicente, (2010). Redes inalámbricas de sensores: Una nueva arquitectura eficiente y robusta basada en jerarquía dinámica de grupos (Doctoral dissertation, Editorial Universitat Politècnica de València).
- Recuperado de <http://medicinadeurgencias.tripod.com/sitebuildercontent/sitebuilderfiles/sepsisdefinicion2005.pdf>
- Cerezo, Cifuentes, & Nieto, (2012). Desigualdades de morbilidad por enfermedades crónicas según determinantes estructurales e intermediarios. Recuperado de <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/handle/11182/99>
- de Oslo, M. (1997). Manual de Oslo. Recuperado de <http://gestiona.com.br/wpcontent/uploads/2013/06/Manual-de-OSLO-2005.pdf>
- Fernández, (2011). Certificación ISO 9001 (19 de octubre de 2011) Recuperado de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjhqMSVjvflAhXFjVkJHYyOAWM-QFjAAegQIBxAB&url=http%3A%2F%2Frepositorio.promperu.gob.pe%2Frepositorio%2Fhandle%2F123456789%2F2328&usq=AOvVaw3gP9Mw6YuCGp16\\_KmExOSO](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjhqMSVjvflAhXFjVkJHYyOAWM-QFjAAegQIBxAB&url=http%3A%2F%2Frepositorio.promperu.gob.pe%2Frepositorio%2Fhandle%2F123456789%2F2328&usq=AOvVaw3gP9Mw6YuCGp16_KmExOSO)
- Fiumano, M. F., Robertson, I. C. A., Hoskins, B. J., & Gaudutis, J. E. (2018). U.S. Patent No. 10,085,196. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office. Recuperado de [https://www.prototypehouse.com/?gclid=CjwKCAiAws7uBRakEiwAMlbZjmUbt-WeASnCDItsRU-ookS25p2aQY0X43Qxx-c80UP01VqoEP7Ni5RoCCuwQAvD\\_BwE](https://www.prototypehouse.com/?gclid=CjwKCAiAws7uBRakEiwAMlbZjmUbt-WeASnCDItsRU-ookS25p2aQY0X43Qxx-c80UP01VqoEP7Ni5RoCCuwQAvD_BwE)
- Fuentes, C. R., & Ordoñez, H. F. J. (2010). Capa de censo de un nodo para monitoreo de signos vitales. *Ingenium*, (21). Recuperado en 21 de agosto de 2019, de <https://lifeemedical.com/v2/wp-content/uploads/2019/03/LM-15.pdf>
- García, & Medina, (2014). Sistema de pulsioximetría y capnografía para dispositivos móviles Android. *Revista Ingeniería Biomédica*, 8(15). Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/333181032\\_Sistema\\_de\\_pulsioximetria\\_y\\_capnografia\\_para\\_dispositivos\\_moviles\\_Android](https://www.researchgate.net/publication/333181032_Sistema_de_pulsioximetria_y_capnografia_para_dispositivos_moviles_Android)

- Gascón, D. (2010). Redes de sensores inalámbricos, la tecnología invisible. *Tecnología y Sociedad*, 53-55. Recuperado de <http://www.libelium.com/libelium-downloads/libelium-bit-coit.pdf>
- González, J. V., Arenas, O. A. V., & González, V. V. (2012). Semiología de los signos vitales: Una mirada novedosa a un problema vigente:/Vitals sign semiology: the new look to an actual problem. *Archivos de Medicina (Manizales)*, 12(2), 221-240. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2738/273825390009.pdf>
- Gutiérrez, Arduino+ Ethernet Shield. Línea]. Available: [http://unicarlos.com/\\_ARDUINO/Arduino](http://unicarlos.com/_ARDUINO/Arduino), 20. Recuperado de [https://www.academia.edu/9244047/Arduino\\_Ethernet\\_Shield](https://www.academia.edu/9244047/Arduino_Ethernet_Shield)
- Jaimes, Grajales, Cervantes, & Antonio, (2010). La evaluación de la calidad de los signos vitales como indicador de proceso en la Gestión del Cuidado de Enfermería. *Rev Mex Enferm Cardiológica [en línea]*, 18(3), 65-70. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/enfe/en-2010/en103d.pdf>
- Meneses, A. A., & Toloza, D. C. (2006). Proyecto diseño y construcción de un monitor de signos vitales basado en una computadora portátil. Documento de las características generales de los monitores de signos vitales. Recuperado de <http://www.dalcame.com/wdescarga/manejo%20msv.pdf>.
- McRoberts, (2019). *Arduino Básico-2ª edición: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino*. Novatec Editora. Recuperado de <https://novatec.com.br/livros/arduino-basico-2ed/>
- Mejía Salas, H., & Mejía Suárez, M. (2012). Oximetría de pulso. *Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría*, 51(2), 149-155. Recuperado de [http://www.scielo.org.bo/pdf/rbp/v51n2/v51n2\\_a11.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rbp/v51n2/v51n2_a11.pdf)
- Penagos, S. P., Salazar, L. D., de Enfermería, E. C., Vera, F. E., & Cardioinfantil, F. (2005). *Control de signos vitales. Guías para manejo de Urgencias*. Bogotá, Colombia: Fundación Cardioinfantil, p1465a1473. Recuperado de [http://www.igm.mex.tl/images/32235/Control\\_de\\_signos\\_vitales.pdf](http://www.igm.mex.tl/images/32235/Control_de_signos_vitales.pdf)
- Pérez Valderrama, J. I., Parra, W., & Marcela, Y. (2016). Sistema de gestión de carga para baterías de ion-litio (Bachelor's thesis, Facultad de Ingeniería). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21433/PerezValderramaJorgeIvan2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, C. L., Calafate, C. T., & Ramírez, A. D. (2012). Diseño de una arquitectura para redes de sensores con soporte para aplicaciones de detección de eventos (Doctoral dissertation, Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de València). Recuperado en 13 septiembre 2019, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15152/tesisUPV3764.pdf>
- Ramos, A. (2011). *Aplicaciones Web (Novedad 2011)*. Editorial Paraninfo. Recuperado de [https://books.google.com/sv/books?id=LXs3YIMoeNgC&printsec=copyright&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com/sv/books?id=LXs3YIMoeNgC&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Vallejo, G. (2015). Sistema de Monitoreo de Signos Vitales y Alerta de Accidentes para Personas con Problemas de Movilidad. Recuperado de [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/15108/1/Tesis\\_t1071ec.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/15108/1/Tesis_t1071ec.pdf)