

CONVOCATORIA PARA IDENTIFICAR

# BUENAS PRÁCTICAS EN INNOVACIÓN EDUCATIVA Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

EN LAS INSTITUCIONES  
DE EDUCACIÓN SUPERIOR

**2021**



La educación  
es de todos

Mineducación

Co-Lab  
Laboratorio de Innovación  
Educación Superior

**Nombre de la institución de educación superior**

Universidad Autónoma de Occidente

**Ciudad o municipio de la IES**

Valle del Cauca

**Nombre de la práctica**

Laboratorio *online* para la enseñanza de la bioinstrumentación

**Ámbito temático:**

Innovación pedagógica

**Tiempo de desarrollo de la práctica (años)**

4

**Nombre del líder de la práctica**

Andrés Mauricio González Vargas

**Correo electrónico del líder de la práctica**

amgonzalezv@uao.edu.co

## Área o áreas de la institución que desarrollan la práctica.

Pedagógica / Académica

## Problema o necesidad que originó la práctica

Los equipos biomédicos son esenciales en la medicina, ya que permiten medir señales fisiológicas y ejercer acciones terapéuticas o de soporte vital. Comprender estos dispositivos es indispensable para los ingenieros biomédicos. Los laboratorios de biomédica, usualmente, cuentan con algunos de estos dispositivos, pero dado su costo es difícil contar con la cantidad suficiente para que todos los estudiantes puedan realizar prácticas frecuentes y experimentar con total libertad. Por esto, decidimos desarrollar equipos y simuladores biomédicos de bajo costo y diseño abierto (*open-source*), así como herramientas de simulación *online*, para contribuir a mejorar el desarrollo de las prácticas con estudiantes y de esta manera fortalecer su formación en esta área.

## Mecanismo usado para identificar el problema

Encuestas  
Investigación

## Descripción del mecanismo

Se realizó una revisión de la literatura y el estado del arte sobre los simuladores biomédicos en los ámbitos nacional e internacional: artículos científicos, libros, patentes y tesis de pregrado y posgrado.

Se construyó una encuesta sobre las temáticas más abordadas en los cursos de instrumentación biomédica y las estrategias teóricas y prácticas de aprendizaje en estos cursos. La encuesta fue respondida por quince docentes del área de Instrumentación Biomédica en diez universidades colombianas y una extranjera.

A partir de los resultados de esta investigación, se planteó una lista de requerimientos y especificaciones que debían cumplirse para que estos dispositivos pudieran contribuir, significativamente, a la educación en esta área de conocimiento.

## Resultados cuantitativos esperados

Aumentar la cantidad de dispositivos y herramientas disponibles para realizar prácticas en los laboratorios de Instrumentación Biomédica.

Incrementar el número de ponencias y publicaciones por parte de estudiantes de pregrado en el área de Instrumentación y Diseño Biomédico.

Aumentar el número de prácticas de bioinstrumentación disponibles de manera *online*, para que sean usadas en los cursos del programa de Ingeniería Biomédica.

## Resultados cualitativos esperados

Incrementar el nivel de interés, compromiso y satisfacción de los estudiantes de Ingeniería Biomédica en los cursos de bioinstrumentación.

Incrementar la integración práctica de los conocimientos adquiridos durante la carrera con el propósito de desarrollar equipos biomédicos.

## Actividades desarrolladas en la implementación

Se han llevado a cabo sesiones *online* de prácticas para estudiantes de Bioinstrumentación 2 en las que se desarrollan las actividades propuestas en la página <http://uaosims.uao.edu.co/>, que se construyó para integrar varios de los simuladores desarrollados.

Se han organizado actividades en las que los estudiantes de cursos de la línea de bioinstrumentación han seguido las prácticas propuestas con los simuladores, interconectándolos con el monitor de signos vitales, resolviendo *test* cortos y proponiendo posibles mejoras.

Para evaluar si los simuladores pueden ser fácilmente contruidos por los propios estudiantes, se organizó un proyecto opcional de curso en que los estudiantes replicaban el simulador basándose en las guías de diseño y construcción, así como en los planos, esquemas eléctricos y códigos del *software*.

## En articulación con

Otras áreas institucionales: investigación.

## Esta articulación consistió en

El desarrollo de esta práctica pedagógica ha estado enmarcado dentro de dos proyectos de investigación, fruto de la participación en dos convocatorias internas: una convocatoria de proyectos de innovación educativa en 2017 y una convocatoria de apoyo para el desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje en 2020.

Gracias a lo anterior, se ha podido contar con financiamiento para la compra de materiales y equipos necesarios para el desarrollo de los primeros dispositivos simuladores, y luego se pudo contratar personal de desarrollo de *software* que nos ayudará con la creación del sitio web. Así mismo, por medio de la modalidad de pasantía de investigación, se han vinculado varios tesisistas de pregrado que han contribuido con el desarrollo del proyecto.

## Elementos innovadores de la práctica de acuerdo al contexto

La práctica brinda a los estudiantes la oportunidad de fabricar sus propios simuladores biomédicos a bajo costo. Estos simuladores han sido probados para funcionar con distintos equipos existentes, actualmente, en laboratorios y hospitales (electrocardiógrafos, monitores de presión arterial, pulsoxímetros y otros). Por lo tanto, la realización de estas actividades es muy útil en esta práctica tanto para el desempeño actual de estudiantes como para sus actividades profesionales futuras, ya que les permitirá construir y desarrollar fácilmente, y con una inversión pequeña en materiales, dispositivos que de otra manera costarían varios millones de pesos.

Se han desarrollado versiones *online* de los simuladores, que permiten a los estudiantes realizar prácticas desde sus casas. Esto ha sido particularmente útil durante la pandemia del COVID-19, ya que el acceso a los laboratorios en las universidades se encuentra muy regulado en términos de aforo y tiempos de acceso. Además, para estudiantes que se encuentran en otras ciudades, esta es la única forma en que pueden acceder a las prácticas de laboratorios de bioinstrumentación. A medida que evolucione nuestro sitio web (<http://uaosims.uao.edu.co/>), esperamos que estudiantes de ingeniería biomédica de todo el mundo puedan hacer uso de estos simuladores para enriquecer sus prácticas.

## Mecanismo de evaluación del desarrollo y los resultados obtenidos

Encuestas

## Descripción del mecanismo

Durante cada semestre, se han realizado encuentros con los estudiantes de cursos como Bioinstrumentación 2 y Diseño de Dispositivos Biomédicos. En estos, se les ha hecho un recorrido extenso

por las funcionalidades de los simuladores y se les ha dado una lista de actividades para realizar con ellos. Al finalizar estas actividades, se les pide que llenen una encuesta en la cual califican distintos aspectos del simulador presentado, por ejemplo, su facilidad de uso, confiabilidad, seguridad, estética, entre otras. Además, se les ha pedido que realicen una descripción de los mejores atributos del simulador y de la práctica, y que propongan posibles mejoras que podrían hacerse para que la experiencia fuera cada vez mejor.

### **Resultados cuantitativos de la práctica**

En las evaluaciones con estudiantes, el grado de satisfacción con la plataforma ha superado el 90 %.

Hasta el momento, más de 200 estudiantes han participado en las prácticas de los simuladores.

Se han realizado 6 tesis de grado relacionadas con estas prácticas de simulación.

7 estudiantes participantes del proyecto han presentado ponencias en eventos estudiantiles.

### **Resultados cualitativos de la práctica**

Se ha incrementado la vinculación estudiantil en procesos de investigación de ingeniería-educación.

Se han facilitado las prácticas de bioinstrumentación a estudiantes ubicados en distintas ciudades.

Se ha contribuido a mejorar el aprendizaje de los estudiantes en relación con los equipos biomédicos.

### **Conclusiones generadas a partir de la evaluación**

Vincular a los estudiantes al área de educación en ingeniería puede darles un excelente campo para mejorar su propio aprendizaje y los métodos pedagógicos del programa universitario.

Dar a los estudiantes la posibilidad de realizar prácticas interactivas a distancia ha facilitado las dinámicas de grupo durante los tiempos de pandemia.

Las líneas de investigación estables facilitan vincular estudiantes a través del aula, las tesis, los semilleros de investigación y otras dinámicas que enriquecen el ecosistema de investigación.

### **Principales transformaciones derivadas de la buena práctica**

1. Por una parte, el desarrollo de *hardware* de simuladores biomédicos ha permitido en varios cursos una mejor apropiación de los conocimientos sobre la medición de señales fisiológicas. Varios de los estudiantes optaron por fabricar sus propios simuladores y otros se integraron al equipo de investigación a través de proyectos de grado que sirvieron para desarrollar nuevos dispositivos. En los últimos tres años, los cursos han cambiado su enfoque, ya que, anteriormente, se orientaban más al mantenimiento o revisión de equipos biomédicos, y hoy se orientan más al diseño y desarrollo de estos equipos, con lo cual hemos pasado de una filosofía de consumidor de tecnología a tener una de productor de tecnología.

2. En la búsqueda de soluciones a las dificultades planteadas por la pandemia del COVID-19, los simuladores y demás elementos de este proyecto de práctica educativa tuvieron una gran importancia, ya que logramos integrar una página web dedicada, específicamente, a las prácticas de simulación en biomédica, y se ha hecho uso de ella en muchas ocasiones por parte de los estudiantes. Esto ha servido, en especial, para que quienes estudian en otras ciudades interactúen con los equipos biomédicos sobre los cuales realizamos prácticas de laboratorio. Además, ha permitido reducir la necesidad de asistir a los laboratorios de bioinstrumentación, con lo cual los alumnos han podido tener mucha más flexibilidad en el desarrollo de sus actividades de curso.

### **Documentación del proceso de planeación, implementación y evaluación de resultados**

La información ha sido compilada en la página <http://uaosims.uao.edu.co/>, donde están los simuladores *online*, que cuentan con instrucciones para su uso, integradas en el *software* y cada simulador físico, acompañados con un documento sobre su proceso de diseño y las actividades con los estudiantes.

[http://uaosims.uao.edu.co/sim\\_abiertos](http://uaosims.uao.edu.co/sim_abiertos)  
<http://uaosims.uao.edu.co/>

### **Medios de divulgación de la práctica**

Congresos  
Publicaciones  
Sitios web

En este sitio está toda la documentación del desarrollo de las prácticas y el diseño y construcción de los simuladores relacionados. Así mismo, se encuentran disponibles los simuladores *online* para su uso libre.

<http://uaosims.uao.edu.co/>

En este sitio está publicado un artículo del Congreso Internacional IEEE Andescon 2018, en el cual se explica el proceso de desarrollo del simulador de pulsoximetría, llevado a cabo por uno de nuestros tesis pasantes de investigación.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8564698>

A continuación, uno de los capítulos de libro, correspondiente al Primer Congreso Internacional de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería Universidad Autónoma de Manizales, realizado en Manizales en el 2019. Describe el diseño del simulador de presión arterial, realizado por uno de nuestros tesis pasantes de investigación.

<https://editorial.autonoma.edu.co/index.php/libros/catalog/view/214/123/362-1>

Video de presentación del proyecto: UAOSIMS Laboratorio *Online* de simulación para la enseñanza de la bioinstrumentación.

<https://youtu.be/-zgdSzOLzQ4>

