



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN  
DE INGENIEROS EN LA  
ERA DIGITAL



# DISEÑO DE UN DISPOSITIVO BIOMÉDICO QUE CONTRIBUYA A LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LA ESPALDA DEBIDO A UNA INCORRECTA HIGIENE POSTURAL ASUMIDA POR LOS JÓVENES (16-20 AÑOS) ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE EN CALI

**José David Torres Revelo, Jessica Lorena Arias Ríos, Samantha Gallego, Sandra Arce Guerrero**

**Universidad Autónoma de Occidente  
Cali, Colombia**

## Resumen

El propósito de este proyecto es la elaboración del diseño y desarrollo de un dispositivo biomédico que busca encontrar una adecuada prevención de los dolores en la espalda, que afectan en la actualidad a la comunidad universitaria de Santiago de Cali. Aquella surge de la necesidad de mejorar la calidad de vida de los estudiantes, generando mayor eficiencia escolar. Reduciendo de esta manera la posibilidad de padecer alguna enfermedad como la lumbalgia o el dolor en general que se manifiesta en la parte inferior y/o superior de la columna vertebral en un futuro cercano; a partir de un dispositivo con bases electrónicas y programación básica usando la plataforma de código abierto de Arduino que permita corregir los malos hábitos posturales y ergonómicos, garantizando la higiene postural de los estudiantes y una adecuada calidad de vida para ellos.

Para llevar a cabo el proyecto se aplicó la metodología del Proceso de Diseño en Ingeniería (PDI), donde el **Paso 1:** identificar el problema de investigación en la muestra objeto de estudio **Paso 2:** generar alternativas de solución que se encuentren en relación con la problemática. **Paso 3:** Evaluar las alternativas de solución utilizando matrices de priorización. **Paso 4:** Validar la solución en un caso real, donde se recolectó información orientada a realizar los respectivos ajustes para

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO BIOMÉDICO QUE CONTRIBUYA A LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LA ESPALDA DEBIDO A UNA INCORRECTA HIGIENE POSTURAL ASUMIDA POR LOS JÓVENES (16-20 AÑOS) ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE EN CALI**

perfeccionar y mejorar el funcionamiento de la alternativa seleccionada, y por último lograr comunicar los resultados a la comunidad objetivo y al público en general.

La idea del proyecto fue formulada en el semestre 2018(3), en la asignatura de Introducción a la Ingeniería I impartida en la Universidad Autónoma de Occidente de Cali (UAO), la cual tiene como objetivo identificar y analizar problemas en contextos reales para así proponer e implementar alternativas de solución, generadas a partir de la investigación y de la integración de habilidades y saberes previos que fueron aplicados para lograr el objetivo del proyecto. De igual manera se desarrollaron las competencias como: Solución de problemas, búsqueda y manejo de información, trabajo colaborativo.

El proyecto fue incluido a su vez, en el semillero de Solución Creativa a Problemas en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente de Cali. Como resultado se tiene delimitada la problemática, el objetivo principal y avances de un prototipo inicial para la implementación del dispositivo que prevenga y corrija la postura corporal contribuyendo a que los usuarios aprendan a tener una buena higiene postural y así prevenir distintas enfermedades.

**Palabras clave:** corrector de postura; higiene postural; arduino

### **Abstract**

*The project's purpose is to create the design and develop of a biomedical device that find a correct prevention of backache that affects all university community lately in Santiago de Cali. That one arises from the need to improve life quality of these students, generating greater study efficiency. Reducing on that way the possibility to suffer some issue such as lumbago or general pain that manifests in lower and upper zone of the spine in a near future; in that order of ideas will be necessary a device with electronic bases and basic programming using Arduino's open source platform that allows to correct the bad postural and ergonomic habits, guaranteeing a great postural hygiene and a properly life quality for the students.*

*In order to develop the project, was applied the Engineering Design Process methodology (PDI acronym in Spanish), where Step 1: identify the research problem in the sample under study. Step 2: generate solutions alternatives that are related with the project problem. Step 3: evaluate those solutions alternatives using prioritization matrices. Step 4: validate the chosen solution in a real case, here some information was gathered with the purpose to make its respective adjustments and correction to improve the function of the device, and finally to show these results to the target community and general public.*

*The project main idea was formulated on 2018(3) semester, in the I Engineering Introduction, subject taught at the Autónoma de Occidente University in Cali (UAO), which aims to identify and analyze different problems in real contexts to propose and implement alternatives solutions, generated thanks a research of information and integration of previous skills and knowledge that were applied in order to achieve the project objective. In the same way had developed skills such as: problems solutions, research and handling of information, collaborative work.*

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO BIOMÉDICO QUE CONTRIBUYA A LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LA ESPALDA DEBIDO A UNA INCORRECTA HIGIENE POSTURAL ASUMIDA POR LOS JÓVENES (16-20 AÑOS) ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE EN CALI**

*Also, this project was included in the research hotbed named Creative Solution to Problems in Engineering of the Autónoma de Occidente University of Cali. As a result, the problem has been defined, the main objective and progress of an initial prototype by implementation of the device that prevents and corrects body posture, helping user to learn how get a great and correct postural hygiene, therefore it helps to prevent different diseases.*

**Keywords:** posture corrector; hygiene postural; arduino

## **1. Introducción**

La problemática sobre el dolor de espalda ha sido una situación que limita la calidad de vida de los humanos desde hace ya bastante tiempo. Su origen se remonta a la época anterior a la evolución del hombre hace 5 a 7 millones de años antes del paso de ser homínidos cuadrúpedos a ser bípedos, enmarcado por el cambio del centro de gravedad en los seres humanos obligando a la especie a cargar con su propio peso en una posición erguida perpendicular al suelo, tal y como lo afirma el antropólogo y científico Wilton M. Krogman en su artículo The Scars of Human Evolution (1951).

Actualmente, la cantidad de individuos que padecen alguna enfermedad en la espalda y quienes están propensos a padecer se encuentra en un constante y desenfrenado aumento, según el artículo científico sobre el dolor de espalda redactado por American College of Rheumatology (2018) expone que el dolor de espalda es la segunda molestia más común en los seres humanos, solo superado por el resfriado, afirmando que alrededor de 80 % de la población mundial padece este síntoma en algún momento de su vida. Por tales motivos el objetivo de este proyecto es de proponer una alternativa de solución que supla la necesidad de recordarle a una persona sobre mantener una posición erguida correcta al realizar actividades diarias, laborales, escolares, cotidianas, induciéndole una advertencia a estas mismas que les ayude a cambiar su mala higiene postural.

La anterior problemática fue identificada por los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica en la materia de Introducción a la Ingeniería 1, en la cual se encuentran matriculados los estudiantes de nueve programas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente. El desarrollo del proyecto ha permitido a los estudiantes recabar, recordar y fortalecer los aprendizajes previos, permitiéndoles establecer conexiones con los nuevos conocimientos que van adquiriendo en su paso por la educación superior. Con el fin, de plantear nuevas ideas para la solución de problemas, de esta manera no sólo aprende, sino que es capaz de utilizar lo aprendido de manera práctica para la transformación de su concomimiento. Siendo esto una grata manera de iniciar su formación en ingeniería y su orientación motivacional hacia el estudio de su carrera profesional.

## **2. Justificación**

El IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) expone que únicamente en el 2017 se registró más de 300 mil consultas a causa de la lumbalgia, padecimiento frecuente en la población trabajadora

## **DISEÑO DE UN DISPOSITIVO BIOMÉDICO QUE CONTRIBUYA A LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LA ESPALDA DEBIDO A UNA INCORRECTA HIGIENE POSTURAL ASUMIDA POR LOS JÓVENES (16-20 AÑOS) ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE EN CALI**

y estudiantil (2018), dolor que comienza en la parte inferior de la espalda y tiende a expandirse hacia los muslos al igual que a la zona dorsal si no se logra controlar con un tratamiento. El dolor de espalda puede considerarse una afección leve hasta punzadas agudas que puedan impedir el movimiento muscular del individuo, por lo cual es necesario encontrarle una solución y es gracias a esto que se empezó a trabajar en como remediarlo debido al gran número de enfermedades reconocidas actualmente que atentan con la integridad de la espalda, provocando un deterioro a la vida de los humanos.

Por lo cual, se decidió enfocar el proyecto en la comunidad joven, estudiantes universitarios gracias a dos factores; primero, porque son los universitarios quienes empiezan a experimentar una etapa de sus vidas donde pueden presenciar cambios en su rutina; la mayoría puede comenzar a acoplarse a una vida relativamente independiente a la familiar al momento de comenzar sus estudios de educación superior, experimentan periódicamente la sensación de estrés y cansancio debido a la acumulación de trabajos y pueden en esta instancia asumir una posición que aunque para ellos les alivie el dolor, no es la adecuada considerando la integridad de la columna vertebral. Segundo, se considerará a la etapa juvenil una instancia clave donde se pueda prevenir enfermedades que atenten contra su salud (en este caso la espalda), desde temprana edad sin dejar que los problemas se agraven y repercutan en cosas peores.

### **3. Metodología**

La metodología utilizada en el desarrollo del proyecto fue la del Proceso de Diseño en Ingeniería (PDI) siendo sus pasos los que se desarrollan a continuación:

**Paso 1 Definir el Problema:** Consistió en identificar el problema de investigación igual que el contexto donde se planea desarrollar el proyecto, en este caso en el ámbito de la salud. La problemática abordada por el grupo sobre la incidencia de tener una mala postura corporal o una mala higiene postural asumida específicamente por lo jóvenes (16-20 años) como una de las causas para padecer alguna enfermedad en su cuerpo en un futuro cercano. De igual manera se procedió a indagar información relacionada con el problema a través de una revisión sistemática en artículos de ciencia, bases de datos universitarios, plataformas virtuales en los cuales se extraen y se relacionan conocimientos de estudios anteriores, con el fin de proponer alternativas de solución a la problemática siendo viables, innovadoras, integrales y funcionales. Con la información recolectada, se realiza el árbol de problemas que resume y de una definición más clara sobre la problemática a abordar. Además de realizar una encuesta a estudiantes pertenecientes a Universidades de la ciudad de Cali, con el fin de conocer cuáles serían sus requerimientos, verificar la información recogida en artículos y además de usarlo como soporte investigativo.

**Paso 2 Generación y selección de la mejor solución:** Para generar las alternativas de solución se tomó como punto de partida los resultados de las encuestas, revisando opiniones y determinando criterios al igual que requisitos para satisfacer las necesidades de los jóvenes, tales como: la portabilidad del dispositivo, su facilidad de uso la cual fue muy valorada por los jóvenes al igual que su funcionalidad, debe ser cómodo puesto que lo utilizarán la mayor parte de tiempo y por ultimo debe ser asequible económicamente. Todo lo anterior ayuda a evaluar las soluciones,

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO BIOMÉDICO QUE CONTRIBUYA A LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LA ESPALDA DEBIDO A UNA INCORRECTA HIGIENE POSTURAL ASUMIDA POR LOS JÓVENES (16-20 AÑOS) ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE EN CALI**

usando matrices de priorización de Holmes se pudo determinar la alternativa más afín que logre suplir la necesidad de recordarle a una persona de mantener una posición erguida y correcta al realizar actividades diarias, laborales, escolares, cotidianas.

La opción que se acoplaba a estos criterios, consiste en un corrector de postura automatizado, que permita alertar al usuario portador cuando este asuma una postura corporal indebida que pueda afectar la columna vertebral, y a su vez incite al usuario a corregirla.

**Paso 3 Desarrollo de la solución:** Inicialmente se desarrolló la comunicación gráfica utilizando las herramientas adquiridas en la asignatura para poder diseñar el prototipo del corrector de postura, graficando sus partes con sus respectivas acotaciones (ver Figura. 3). Seguido de esto fueron utilizadas plataformas tales como SolidWorks y Fritzing que ayudaron a dar un acercamiento mejor del dispositivo al realizar planos técnicos, al igual de cómo se llevaría a cabo las conexiones electrónicas (ver Figura. 1 y Figura. 2 respectivamente).

**4. Comunicación Grafica de la Solución**

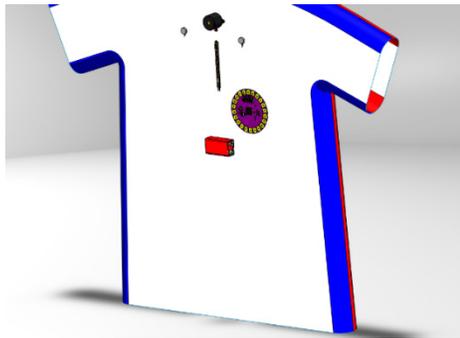


Figura 1. Modelado SolidWorks. *Elaboración Propia*

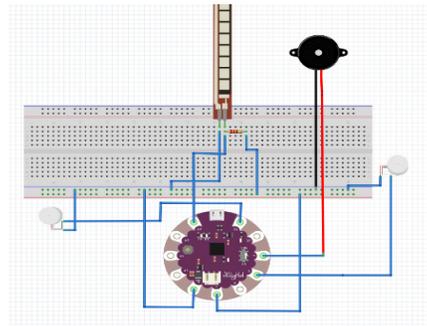


Figura 2. Conexiones electrónicas en Fritzing. *Elaboración Propia*

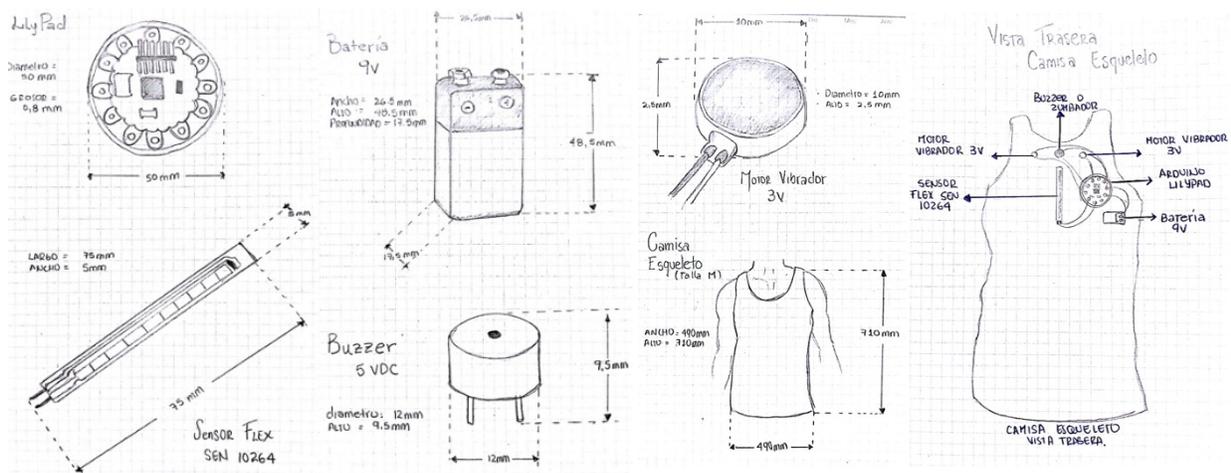


Figura 3. Boceto Componentes del dispositivo. *Elaboración Propia*

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO BIOMÉDICO QUE CONTRIBUYA A LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LA ESPALDA DEBIDO A UNA INCORRECTA HIGIENE POSTURAL ASUMIDA POR LOS JÓVENES (16-20 AÑOS) ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE EN CALI**

**Paso 4 Construcción Prototipo, Prueba y Evaluación:** Se da paso al desarrollo y ensamble del prototipo inicial (alfa) siguiendo los planos técnicos y gráficos realizados. Mas adelante se comienza a programar y escribir el código en la plataforma de Arduino, realizando los determinados ajustes con el sensor (sensor de flexibilidad) y los actuadores (buzer y motores vibradores) implementados para luego, probar el prototipo funcional en un estudiante universitario.

El proceso funcional consiste en: el sensor de flexibilidad adquiere y lee diferentes valores a medida que se le induce algún cambio de posición en su estructura plana, el cual es enviado al microcontrolador de Arduino el cual analiza la información y la compara con los rangos establecidos en el código de programación mencionado anteriormente (el cual varía dependiendo de las características antropométricas y únicas de cada usuario portador); si algún dato enviado por el sensor no se encuentra dentro de este intervalo, Arduino es el encargado de enviar una señal a modo de voltaje hacia los actuadores (buzer y motores vibradores) quienes serán los encargados de alertar al individuo de que se encuentra asumiendo una postura corporal indebida, incentivándolo a cambiar (solo así podrá inhibir la función de los actuadores).

A continuación, se ilustran fotografías que soportan la construcción del prototipo (Figura 4 y Figura 5 respectivamente):



Figura 4. Trabajo Investigativo.  
*Elaboración Propia*



Figura 5. Desarrollo Prototipo.  
*Elaboración Propia*

## **5. Resultados**

En primera instancia, los resultados que arrojaron la encuesta a estudiantes universitarios en la ciudad de Cali, demuestran que el 71% de los 45 encuestados consideran que NO tiene una postura adecuada, y el 76% de los mismos afirmaron que en caso de ser necesario usaría un corrector de postura que les facilite corregir la postura corporal. Lo que soporta la decisión de implementar un proyecto como este, el cual aporte a reducir los índices de mala higiene postural desde temprana edad.

## **DISEÑO DE UN DISPOSITIVO BIOMÉDICO QUE CONTRIBUYA A LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LA ESPALDA DEBIDO A UNA INCORRECTA HIGIENE POSTURAL ASUMIDA POR LOS JÓVENES (16-20 AÑOS) ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE EN CALI**

Por otro lado, al realizar las pruebas correspondientes al prototipo alfa en un estudiante para realizarle los primeros ajustes se puede observar que el dispositivo en si funciona, cumple con los criterios de ser portátil y cómodo para el usuario, además de alertar al portador cuando se comprometa negativamente la integridad de la columna. Se continúa analizando los ángulos de inclinación de la espalda, al igual que las cuatro curvaturas que componen a la columna vertebral para poder configurar el rango de valores universales en los cuales se evaluaría las señales aportadas por el sensor.

Se espera realizar correcciones, ajustes y así lograr perfeccionar el prototipo por medio del desarrollo de otros, a modo de actualizaciones.

### **6. Conclusiones**

- La mala postura corporal puede afectar a la salud y al funcionamiento del cuerpo, es por esto que se trata de implementar ayudas físicas que contribuya a la prevención de enfermedades y así mejorar la calidad de vida.
- Hubo algunos impedimentos para la realización de las soluciones debido a que algunos componentes debido a su demanda, disponibilidad y costo fueron de difícil acceso.
- La implementación del prototipo generará grandes avances tecnológicos y privilegios para las personas que sufren de alguna enfermedad, además de brindar accesibilidad al producto debido a su bajo costo.

### **7. Consideraciones generales sobre el trabajo realizado.**

#### **Por el Grupo:**

El proyecto de investigación fue un reto el cual tenía un solo objetivo de buscar una solución que sea viable e innovadora, que permitiera dar una solución a una problemática actual, lo cual se pudo lograr gracias al trabajo colaborativo que cada integrante del grupo pudo realizar y aportar. Se sabe que es un arduo trabajo y extenso, donde se ven reflejado la persistencia, la disciplina, dedicación e interés, además se rescata como grupo los conocimientos que cada participante pudo rescatar del trabajo realizado, puesto que servirá como punto de partida en el crecimiento como futuros profesionales.

**Por la docente:** El desafío actual en la educación para los ingenieros, es formar profesionales capaces de abordar problemas complejos que requieran de soluciones complejas, es decir, soluciones en donde existe la interdisciplinariedad o la integración de varias disciplinas para solucionarlos, de igual manera, que tengan mucha creatividad y herramientas propias para la indagación, análisis, síntesis y comunicación, entre otras. Por lo anterior, la experiencia de desarrollar proyectos o RCC (Retos Creativos Colaborativos), en contextos de las situaciones reales del mundo, es decir, abordando temáticas reales actuales; les ayudará para que los estudiantes desde los primeros semestres aprendan a ordenar su trabajo a partir de las indicaciones y actividades impartidas por el docente, aprendan a integrar el conocimiento, aprendan al

intercambio entre pares y logren finalmente, la formación de personas comprometidas consigo mismas y con el país desde su campo profesional.

## **8. Referencias**

### **Fuentes electrónicas**

- American College of Rheumatology (2018, marzo). Dolor de Espalda. Consultado el 15 de octubre de 2018 en <https://www.rheumatology.org/I-Am-A/Patient-Caregiver/Diseases-Conditions/Living-Well-with-Rheumatic-Disease/Dolor-de-Espalda>
- Instituto Mexicano del Seguro Social (2018). En el IMSS, más de 300 mil consultas por lumbalgia en 2017. Consultado el 9 de octubre de 2018 en <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201810/246>
- Krogman, M, W. (1951). The scars of human Evolution. Scientific American, Vol. 185, pp.55-57.

### **Sobre los autores**

- **José David Torres Revelo:** Estudiante de Ingeniería Mecatrónica, II Semestre. Integrante de Semillero Solución Creativa de Problemas. Universidad Autónoma de Occidente de Cali. [jose\\_david.torres@uao.edu.co](mailto:jose_david.torres@uao.edu.co)
- **Jessica Lorena Arias Ríos:** Estudiante de Ingeniería Mecatrónica, II Semestre. Integrante de Semillero Solución Creativa de Problemas. Universidad Autónoma de Occidente de Cali. [jessica.arias@uao.edu.co](mailto:jessica.arias@uao.edu.co)
- **Samantha Gallego Sánchez:** Estudiante de Ingeniería Mecatrónica, II Semestre. Integrante de Semillero Solución Creativa de Problemas. Universidad Autónoma de Occidente de Cali. [samantha.gallego@uao.edu.co](mailto:samantha.gallego@uao.edu.co)
- **Sandra Arce Guerrero:** Ingeniería Mecánica, Magister en Ingeniería con énfasis en Ingeniería Mecánica, Especialización en Diseño y Construcción de Equipos. Docente de Facultad de Ingeniería. Fundadora Semillero Solución Creativa de Problemas. [sarce@uao.edu.co](mailto:sarce@uao.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)