

**Revista INGENIERÍA  
BIOMÉDICA**

**ISSN 1909-9762, Volumen 4, Número 8, julio-diciembre 2010**  
**Escuela de Ingeniería de Antioquia-Universidad CES**  
**Medellín, Colombia**

### Director de la Revista

Édison Valencia Díaz, M.S., PhD  
Escuela de Ingeniería de Antioquia  
Universidad CES

### Comité Editorial

Juan Carlos Ramírez Giraldo, M.S., PhD(c) Mayo Clinic	John Bustamante Osorno, M.D., PhD Universidad Pontificia Bolivariana
Felipe García Quiroz, PhD(c) Duke University	Ana Milena Herrera Torres, M.D., PhD Universidad CES
Carolina Londoño Peláez, M.S., PhD(c) Universidad Pontificia Bolivariana	Róbinson Torres Villa, M.S., PhD Escuela de Ingeniería de Antioquia Universidad CES

### Comité Científico

Daniel Gallego Pérez, PhD(c) The Ohio State University	Sylvana García Rodríguez, PhD University of Wisconsin-Madison	Natalia Higuita Castro, PhD(c) The Ohio State University
Claudia Prieto, PhD Pontificia Universidad Católica de Chile	Felipe Prósper Cardoso, PhD Universidad de Navarra	Alejandro Roldán Alzate, PhD University of Wisconsin-Madison
Oscar Sierra Fitzgerald, PhD Universidad del Valle	Santiago Reyes Ramírez, PhD Mayo Clinic	Catalina Tobón Zuluaga, PhD Universidad Politécnica de Valencia

### Comité de Apoyo

Carolina Árboleda Clavijo, M.S.(c) Eidgenossische Technische Hochschule (ETH)	David Correa Roldán, M.S. Escuela de Ingeniería de Antioquia	Carlos Ruiz Ibáñez, M.S.(c) University of Toronto
Andrés Felipe Salazar Gómez, PhD(c) Boston University	Natalia M. Zapata Linares, M.S., PhD(c) Universidad de Navarra	Ever Augusto Torres Silva, M.S.(c) Universidad Pontificia Bolivariana

### Asistente de la Revista

Cesar Madrigal  
Escuela de Ingeniería de Antioquia  
Universidad CES

### Representante Comité Editorial Estudiantil

Vanessa Rueda León  
Escuela de Ingeniería de Antioquia  
Universidad CES

### Editor

Programa de Ingeniería Biomédica  
Escuela de Ingeniería de Antioquia  
Universidad CES

### Director del Programa de Ingeniería Biomédica

Jesús María Soto Castaño, M.D.  
Escuela de Ingeniería de Antioquia - Universidad CES

Escuela de Ingeniería de Antioquia-Universidad CES  
(574) 354 90 90 ext. 832  
[revistabme@eia.edu.co](mailto:revistabme@eia.edu.co)  
<http://revistabme.eia.edu.co>

Diagramación e impresión  
L.Vieco e hijas Ltda.  
PBX. (574) 255 96 10

# Acerca de Revista Ingeniería Biomédica

## Características

Revista Ingeniería Biomédica es una publicación técnico-científica, de periodicidad semestral, editada por la Escuela de Ingeniería de Antioquia y la Universidad CES. La misión de la Revista es fomentar la consolidación de una comunidad científica comprometida con desarrollos en las áreas de Ingeniería Biomédica, Bioingeniería y otras afines, brindando un medio para la difusión de nuevo conocimiento científico y promoviendo la presentación de soluciones tecnológicas ingenieras para las condiciones particulares observadas en países Latinoamericanos.

Actualmente, la Revista se encuentra incluida en los siguientes índices nacionales e internacionales: LILACS,

Directory of Open Journal Access (DOAJ), Google Académico, IMBIOMED, Latindex y Publindex (categoría B).

## Obtención y reproducción de artículos publicados

El material de la Revista se encuentra disponible de manera gratuita en el sitio web <http://revistabme.eia.edu.co> y puede ser reproducido para uso personal o para el aula de clase, siempre y cuando se haga mención del artículo fuente, señalando autores y Revista Ingeniería Biomédica. Para la reproducción o traducción del material de Revista Ingeniería Biomédica, las instituciones nacionales o extranjeras deberán solicitar autorización previa al Comité Editorial de la Revista.

Los conceptos expresados en los artículos competen a sus autores.

# About Revista Ingeniería Biomédica

## Characteristics

Revista Ingeniería Biomédica is a technical and scientific publication, with biannual periodicity, and edited by Escuela de Ingeniería de Antioquia (Antioquia School of Engineering) and Universidad CES (CES University). The mission of the Journal is to promote the consolidation of a scientific community that is engaged with the development of the Biomedical Engineering, Bioengineering and related fields, providing a venue for the dissemination of new scientific knowledge and promoting the presentation of technological solutions which are engineered for the particular conditions observed in Latin American countries.

The Journal is currently included in the following national and international indexes: LILACS, Directory

of Open Journal Access, Google Scholar, IMBIOMED, Latindex, and Publindex.

## Reproducing and obtaining published manuscripts

The material of the Journal is available free of charge in the website <http://revistabme.eia.edu.co>. It can be reproduced for personal use, as well as for academic purposes, as far as proper citation is made including authors and Revista Ingeniería Biomédica. For the reproduction or translation of material from Revista Ingeniería Biomédica, both national and foreign institutions, should request prior authorization from the journal editorial board.

The views or opinions expressed in the manuscripts belong to the authors.

---

## Contenido

Notas sobre la Carátula	7
About the cover	8
Editorial	9

### Artículos personales y de reflexión

- |                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Perspectivas en seguridad del paciente. Entrevista con líderes colombianos<br><i>Carlos Ruiz Ibañez, Astolfo Franco, Hector Mejia Hoyos, Roosevelt Fajardo</i> | 10 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### Artículos originales

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2. Evaluación experimental y estadística de un prototipo de interfaz cerebro-computador (ICC)<br><i>Julián Arcos Argoty, Eliana García Cossío, Róbinson Torres Villa</i>                                                                                                               | 22 |
| 3. Métodos de clasificación para identificar lesiones en piel a partir de espectros de reflexión difusa<br><i>Eber Enrique Orozco Guillén, Guillermo Iruretagoyena García, Sergio Vazquez y Montiel, José Alberto Delgado-Atencio, Jorge Castro Ramos, Francisco Gutierrez Delgado</i> | 34 |
| 4. Estimación de velocidad del movimiento de mano usando redes neuronales artificiales y mediciones electromiográficas<br><i>Camilo Sandoval Rodríguez, Rodolfo Villamizar Mejía, Eusebio Delgado Velosa, Andrés Cordero Cardozo</i>                                                   | 41 |
| 5. General algorithms for laparoscopic surgical simulators<br><i>Christian Diaz, Helmuth Trefftz, Jorge Bernal, Steven Eliuk</i>                                                                                                                                                       | 57 |
| 6. Incidencia de eventos adversos asociados a dispositivos médicos en una institución de salud en Colombia<br><i>Lilian Patricia Alfonso Marín, Carolina Salazar López, Astolfo León Franco Herrera</i>                                                                                | 71 |

### Artículos de revisión

- |                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7. Cirugía robótica mínimamente invasiva: análisis de fuerza y torque<br><i>Daniel Ruiz Navas, Vera Zasúlich Pérez Ariza, Manuel J. Betancur, John Bustamante Osorno</i> | 85 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

Instrucciones para los autores	94
Instructions for authors	96

## Content

About the cover	8
Editorial	9
<b>Reflection and personal experience articles</b>	
1. Perspectives on patient safety. Interview with Colombian leaders. <i>Carlos Ruiz Ibañez, Astolfo Franco, Hector Mejia Hoyos, Roosevelt Fajardo</i>	10
<b>Original research articles</b>	
2. Experimental and statistical evaluation of a brain-computer interface (BCI) prototype <i>Julián Arcos Argoty, Eliana García Cossío, Róbinson Torres Villa</i>	22
3. Classification methods to identify lesions in skin starting from spectra of diffuse reflectance <i>Eber Enrique Orozco Guillén, Guillermo Iruretagoyena García, Sergio Vazquez y Montiel, José Alberto Delgado-Atencio, Jorge Castro Ramos, Francisco Gutierrez Delgado</i>	34
4. Hand movements speed estimation by means of artificial neural networks and electromiographical measurements <i>Camilo Sandoval Rodríguez, Rodolfo Villamizar Mejía, Eusebio Delgado Velosa, Andrés Cordero Cardozo</i>	41
5. General algorithms for laparoscopic surgical simulators <i>Christian Diaz, Helmuth Trefftz, Jorge Bernal, Steven Eliuk</i>	57
6. Incidence of adverse events associated with medical devices in a health institution in Colombia <i>Lilian Patricia Alfonso Marín, Carolina Salazar López, Astolfo León Franco Herrera</i>	71
<b>Review articles</b>	
7. Minimally invasive robotic surgery: force and torque analysis <i>Daniel Ruiz Navas, Vera Zasúlich Pérez Ariza, Manuel J. Betancur, John Bustamante Osorno</i>	85
Instructions for authors	96

# Notas sobre la Carátula



Carátula: La mano del ser humano.

Diseño: José Mauricio Ochoa.

## La mano del ser humano

Este dibujo ilustra algunos de los músculos y tendones encargados de la extensión de las falanges que componen cada uno de los dedos de la mano del ser humano.

La mano del ser humano siempre me ha maravillado por el grado de complejidad que tiene para ser dibujada; tanto es así que en la antigüedad un pintor exigía un mayor precio si el retrato solicitado incluía las manos del modelo. También sobresalen sus diferentes texturas, la diversidad de planos en un solo movimiento y el gran reto de dibujar una postura diferente cada día.

Desde el punto de vista fisiológico, maravilla el trabajo unísono de músculos y neuronas, los potenciales de acción, la coordinación y la sinergia de las fibras musculares para lograr un movimiento preciso e inmediato de un solo dedo. Imposible no reflexionar en la gran representación que nuestras manos tienen en el cerebro. El **homúnculo** o imagen “mental” del cuerpo humano está constituido en gran proporción por las manos, simbolizando lo importante que

son para el ser humano y la funcionalidad que tienen para cada uno de nosotros.

En mi trabajo busco desarrollar dispositivos que ayuden a personas que han sufrido un derrame cerebral a recuperar la funcionalidad de sus extremidades superiores. Una de las consecuencias de un derrame cerebral es que los músculos del lado afectado adoptan una postura en forma de puño debido a la co-activación de músculos extensores y flexores de los dedos, por lo cual a diario me encuentro con diferentes posturas de mano en los pacientes que asisten a sesiones de rehabilitación. De esta manera, como Ingeniero Biomédico, me he dedicado a estudiar la mano, entenderla y “dibujarla”, con el objetivo de ayudar a personas sobrevivientes de un derrame cerebral a que recuperen parte de las funciones básicas de la mano.

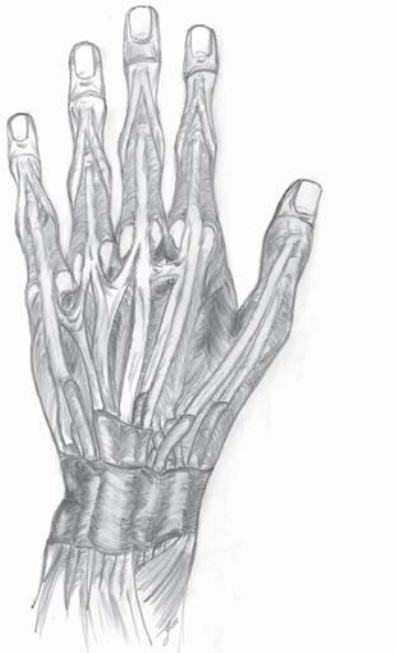
### José Mauricio Ochoa

Research Engineer

Rehabilitation Institute of Chicago

Email: jochoaesc1@ric.org

# About the cover



Cover: The human hand  
Design: José Mauricio Ochoa.

## The human hand

This drawing depicts some of the muscles and tendons responsible for the extension of the phalanges that comprise each one of the fingers in a human hand.

The human hand has always dazzled me for the great complexity entailed in its drawing. So complex that in ancient times a painter would charge a higher price if the portrait was requested to include the model's hands. The hand outstands for its textures, the many planes involved in a single movement and the formidable challenge of drawing a different posture every day.

From a physiological stand point, the human hand amazes for the work in unison of muscles and neurons, action potentials, the coordination and the synergy of muscle fibers to accomplish a precise and instant movement of a finger. One must then reflect upon the fabulous representation of our hands in the brain. The **cortical homunculus** or "mental" image of the human body is comprised in large proportion by

the hands, which emphasizes their importance for the human being and the functionality they provide to each one of us.

In my work I seek to develop devices that assist people who have suffered a stroke in recovering the functionality of their upper limbs. One of the consequences of a stroke is that the muscles of the affected side adopt a posture in the form of a closed fist due to the co-activation of the finger extensor and flexor muscles. Hence, on a daily basis, I encounter all sorts of hand postures in patients attending rehabilitation sessions. In this manner, in my work as a biomedical engineer, I am devoted to study the hand, to understand it and "draw" it, with the goal of helping stroke survivor store cover some of the basic functions of their hands.

### José Mauricio Ochoa

Research Engineer  
Rehabilitation Institute of Chicago  
Email: jochoaesc1@ric.org