

[dx.doi.org/10.17488/RMIB.43.3.4](https://dx.doi.org/10.17488/RMIB.43.3.4)

E-LOCATION ID: 1317

## Reseña del Libro: “Medicine-Based Informatics and Engineering” Lecture Notes in Bioengineering, Springer, 2022

### Book Review: “Medicine-Based Informatics and Engineering” Lecture Notes in Bioengineering, Springer, 2022

Néstor Darío Duque-Méndez  

Universidad Nacional de Colombia - Colombia

#### RESUMEN

El presente trabajo es una reseña original sobre el libro “*Medicine-Based Informatics and Engineering*” publicado en la colección *Lecture Notes in Bioengineering de Springer*, en 2022, cuyos editores son los investigadores Franco Simini y Pedro Bertemes-Filho. La reseña busca sintetizar el contenido de los trabajos presentados en los capítulos centrándose en las soluciones desarrolladas. Los editores, a partir de la diversidad de los aportes, vislumbran la integración de visiones, en lo que denominan “Ingeniería Médica”.

**PALABRAS CLAVE:** Ingeniería biomédica, informática médica, ingeniería médica

### ABSTRACT

This paper is an original review of the book "Medicine-Based Informatics and Engineering" published in Springer's Lecture Notes in Bioengineering collection, in 2022, whose editors are Franco Simini and Pedro Bertemes-Filho. The review aims to synthesize the content of the papers presented in the chapters focusing on the solutions developed. The editors, from the diversity of the contributions, envision the integration of visions, in what they call "Medical Engineering".

**KEYWORDS:** Biomedical engineering, medical informatics, medical engineering

#### Corresponding author

TO: Néstor Darío Duque-Méndez

INSTITUTION: Departamento de Informática y  
Computación Campus La Nubia Bloque Q

Universidad Nacional de Colombia

ADDRESS: CL. 65#23-29, Manizales Caldas, Colombia

CORREO ELECTRÓNICO: [ndduqueme@unal.edu.co](mailto:ndduqueme@unal.edu.co)

#### Received:

11 October 2022

#### Accepted:

16 November 2022

## RESEÑA

Los editores del libro reseñado son los investigadores Franco Simini y Pedro Bertemes-Filho y el libro fue publicado en la colección *Lecture Notes in Bioengineering de Springer*, en 2022<sup>[1]</sup>.

El libro recoge trabajos de investigadores de siete países donde exponen el desarrollo de diferentes artefactos de hardware y software orientados a mejorar la atención médica desde diferentes enfoques interdisciplinarios integrando capacidades en áreas de salud, ingeniería y tecnologías de alto impacto. Términos como Ingeniería Biomédica (BME) e Informática Médica (MI) se concretan y fusionan en soluciones específicas, producto de los retos, necesidades y posibilidades en la vida diaria y como centro buscan beneficiar la práctica profesional pero fundamentalmente la calidad de vida y el bienestar de la sociedad.

Es claro que la Cuarta Revolución Industrial 4RI, sus tecnologías e impacto social están presentes en estas páginas. Las tecnologías emergentes relacionadas con la 4RI son fundamentalmente inteligencia artificial, análisis de datos, manufactura aditiva, realidad virtual y/o aumentada, robótica e Internet de las cosas (IoT). En los trabajos expuestos en el libro se aprovechan conceptos relacionados y se ofrecen aplicaciones en diferentes escenarios, que involucran técnicas relacionadas con la 4RI.

A continuación, se hará un breve recorrido por los capítulos que conforman el libro.

En el primer capítulo el profesor Franco Simini, hace presentación de proyectos seleccionados de BME e MI que tienen como resultado artefactos de hardware y software y que fueron desarrollados por equipos interdisciplinarios en el Núcleo de Ingeniería Biomédica de la Universidad de la República en Uruguay. Software orientado a seguimiento Perinatal Personalizado, App

(aplicación móvil) de recetas personalizadas, pero también hardware como dispositivos de medición de torque/velocidad, campana de vacío servocontrolada para tratar hipertensión intraabdominal y un artefacto para una medida no invasiva de volumen renal poliúístico se abren pasos en esta sección del libro.

Por interés personal me ha llamado la atención el sistema *PRAXIS*, que reconoce los mecanismos de razonamiento humano que aprovecha la experiencia previa para enfrentar nuevos problemas y el sistema utiliza el caso actual para generar evidencia consolidada de "tipos de casos" existentes o nuevos, que apoyan la toma de decisiones. Esta aplicación retoma, desde la *PRAXIS*, lo que en inteligencia artificial se conoce como Razonamiento Basado en Casos (CBR), una técnica muy prometedora en aplicaciones diversas... valdría la pena formalizar el modelo. El autor devela una crítica a los sistemas de registros clínicos basados en una traducción ingenua de sistemas de información sin diseño interdisciplinario, que restan valor a la solución ante la ausencia de la sinergia medicina-tecnología.

En el capítulo 2 los autores, investigadores del Politécnico di Torino encabezados por Valentina Agostini, resaltan la importancia del análisis de la marcha con información de la actividad eléctrica de los músculos durante la tarea dinámica de caminar, capturada a través de sondas de electromiografía de superficie (sEMG). A la vez reconocen que las señales sEMG deben procesarse a través de técnicas avanzadas para obtener resultados confiables, fácilmente interpretables por los profesionales de la salud. Orientado a este objetivo, aplican técnicas basadas en algoritmos de procesamiento de última generación de la señal sEMG y presentan un análisis automático estadístico de la marcha (SGA) de cientos de ciclos recopilados durante una caminata fisiológica o patológica de varios minutos. Extraen las activaciones musculares principales y secundarias para obtener índices clínicos y proceder a la extracción de sinergias musculares para estudiar

cuantitativamente las estrategias de control motor.

El capítulo 3 fue escrito por los investigadores de Argentina, L. Carolina Carrere, Carlos H. Ballarío y Carolina B. Tabernig de la Universidad Nacional de Entre Ríos, Fundación Rosarina de Neurorehabilitación y el Instituto NeuroRosario, respectivamente. En la sección se describe la estructura general y el funcionamiento de interfaces cerebro-computadora (BCI) - una tecnología emergente que está generando grandes impactos- que utilizan *Functional Electrical Stimulators* (FES) de superficie como dispositivo actuador, utilizados para recuperar el agarre y liberación de objetos y/o la dorsiflexión del pie durante la marcha, entre otros. Los autores muestran dos aplicaciones terapéuticas de BCI-FES para la neurorehabilitación motora de pacientes con accidente cerebrovascular y esclerosis múltiple, con muy buenos resultados funcionales motores. Estas dos aplicaciones son ejemplos de colaboración interdisciplinaria entre médicos e investigadores de ingeniería biomédica para presentar una solución tecnológica emergente para mejorar la calidad de vida de los pacientes.

En el capítulo 4 se presentan los retos y riesgos de los sistemas de adquisición de biopotenciales en ambientes menos controlados y orientados a monitoreo las 24 horas a través de conexiones de datos digitales en red. El diseño amplificadores biopotenciales en estas condiciones requiere dispositivos portátiles confiables, de bajo costo y facilidad de uso. Se discute una situación a resolver: la compensación entre el rango dinámico, el rango de frecuencia y el consumo de energía que debe definirse considerando las características específicas de la señal biopotencial. Para los autores, en las aplicaciones concretas se deben enfrentar asuntos que afectan el rendimiento de la interfaz analógica, las topologías de medición, puesta a tierra y estrategias de administración de voltaje, el análisis de interferencia de la línea eléctrica y un análisis de artefactos de movimiento y filtrado. Una amplia gama de componentes

comerciales soporta la construcción y puesta en funcionamiento de estos sistemas, tanto a nivel de manejo de señales y procesamiento como de elementos de comunicación que se benefician de infraestructuras ubicuas como Bluetooth, Wifi o redes móviles para la transmisión de datos. Los autores del capítulo son Federico N. Guerrero y Enrique M. Spinelli del Instituto de Investigaciones en Electrónica, Control y Procesamiento de Señales LEICI de la Universidad Nacional de Plata, Argentina.

Investigadores de la Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville en Brasil, son los autores del capítulo 5 dedicado a exponer dispositivos vestibles (*Wearable*) de medición de bioimpedancia. Bertemes-Filho y Morcelles, los autores, resaltan la importancia de la técnica *Electrical Bioimpedance* (BIA) una tecnología innovadora que contribuye a reducir costos y tiempo en la caracterización de materiales biológicos, mostrando usos en detección de tejidos cancerosos, composición corporal, glucómetro en sangre, medidor de calidad de agua y leche bovina. Pero esta función de diagnóstico basada en mediciones de impedancia requiere un modelo matemático para reducir los posibles valores de incertidumbre y es deseable hardware de bajo consumo de energía y de conexiones inalámbrica. A partir de estas reflexiones en esta sección se presenta lo que los autores denominan "*Wearable Bioimpedance Measuring Devices*" con conceptos, diseño de circuitos y propuesta para el análisis de datos.

Ricardo Armentano de la Universidad de la República, en el capítulo 6, diserta sobre ingeniería cardiovascular predictiva mostrando los espacios abiertos para transformar los datos en conocimientos futuros sobre enfermedades cardiovasculares. Estas enfermedades son la principal causa de muerte para ambos sexos en el mundo occidental. La exploración no invasiva de los vasos humanos basada en avances tecnológicos permite detectar alteraciones preclínicas en pacientes asintomáticos, lo que contribuye a la medicina preven-

tiva, que tomará una relevancia cada vez mayor en los próximos años. El autor concluye que “modelos físico-matemáticos que integren todos los factores hemodinámicos cardiovasculares podrían ser de gran interés en la práctica clínica diaria para predecir la ocurrencia de eventos cardíacos con mayor detalle que con el uso de factores de riesgo tradicionales”. Se manifiesta en el capítulo que el enfoque cardiometabólico se centró en la ingeniería del sistema arterial, aplicando Física a las ciencias de la vida en un entorno realista en el dominio de la Fisiología Integrativa. Un elemento que se resalta es que los organismos vivos son sistemas dinámicos altamente complejos, pues son multi-alimentados, no lineales y con cierta organización jerárquica. Esta complejidad exige que el componente teórico se integre en un todo con el trabajo experimental. Como lo dice el autor, son varias las alternativas que permiten este enfoque y juegan un papel importante en la investigación, desarrollo y gestión de tecnologías médicas: dispositivos médicos portátiles; hemodinámica y biomecánica tisular; ingeniería de tejidos y medicina regenerativa; aprendizaje automático, análisis predictivo e IoT; y “que tienden a cumplir con el término Bench to Bedside utilizado para describir el proceso por el cual los resultados de la investigación realizada en el laboratorio se utilizan directamente para desarrollar nuevas formas de tratar a los pacientes”.

Investigadoras del Departamento de Ingeniería eléctrica de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa en México son las autoras del capítulo 7 orientado a Ingeniería de Dispositivos Médicos Especiales para grupos vulnerables mediante la descripción de la experiencia en dos hospitales estatales de México con poblaciones vulnerables. El primer caso está relacionado con el grupo vulnerable de mujeres pobres con embarazos de alto riesgo, atendido mediante el diseño y construcción de un prototipo de sistema de perfusión para cotiledón de placenta humana que permite estudiar fármacos para el cuidado intensivo de la paciente obstétrica y posible afectación al feto en el

útero. El segundo caso se asocia con niños en situación de pobreza, que presentan labio leporino y/o paladar hendido y el proyecto se orienta al desarrollo de una herramienta computacional que ayude al médico cirujano en la evaluación y pronóstico de la rehabilitación de pacientes que presentan estas malformaciones congénitas. Los autores concluyen que los resultados son alentadores y se abre un camino para futuros trabajos.

El capítulo 8, a cargo de investigadores de la Universidad Feevale en el sur de Brasil, es titulado “Juegos Serios y Realidad Virtual para Rehabilitación y Seguimiento de Personas en Silla de Ruedas”, aprovecha las tecnologías emergentes asociadas a la 4RI. Se describe la implantación de un ambiente de realidad virtual, usando gafas Gear-VR, para uso en fisioterapia con pacientes en silla de ruedas y busca mejorar el control del tronco. El sistema consiste en una serie de minijuegos que incorporan nuevos movimientos y actividades. Es un esfuerzo interdisciplinario, como la mayor parte de las propuestas del Libro, que destaca roles a cada profesional involucrado: el fisioterapeuta debe configurar los ángulos de movimiento según las necesidades del paciente para que los expertos en informática y juegos creen el ambiente que promueva los movimientos establecidos, a la vez que se pueda seguir la evolución del paciente tanto en la sesión cuanto en el tratamiento. Es un enfoque interesante y llamativo pendiente de validar en la clínica.

Investigadores Bulc, Hart, Hannah y Hrovatin, de Slovenia y del Reino Unido, nos introducen, en el siguiente capítulo, en el mundo de la Sociedad 5.0 que nos debe llevar hacia una sociedad centrada en el ser humano; donde se equilibren los desarrollos económicos, políticos, sociales y personales desde lo colectivo, y donde las interdependencias ofrezcan soluciones colectivas. Acorde a esto, los autores manifiestan que la Sociedad 5.0 requiere un ecosistema de salud centrado en el ser humano (Salud 5.0) que se caracterice por un alto nivel de transparencia e integración de soluciones

digitales y de inteligencia artificial como herramientas de apoyo. La Sociedad 5.0 está enmarcada en la 4RI que conlleva la adopción masiva de las tecnologías, como internet de las cosas (IOT), la inteligencia artificial, entre otras, que replantean las dinámicas sociales esperanzadoras, pero también intimidadoras. En estas páginas se deja ver que las TIC y la inteligencia artificial son imprescindibles en el mundo de la medicina, pero los autores afirman que estas tecnologías deben estar al servicio de los profesionales de la salud y no deben ser las que rigen las acciones en salud. Los autores exponen el componente político relacionado con la Salud 5.0, para luego mostrar, desde el pensamiento sistémico en medicina, los enfoques de atención centrados en la persona o, para los autores, el nuevo paradigma de la medicina personalizada o de precisión. Continúan con el marco cognitivo para las prácticas de atención médica dejando claro que esto impone límites al valor de las soluciones tecnológicas para lograr resultados positivos en salud. Para reforzar su propuesta exponen un ejemplo de la vida real.

En el capítulo 10, el autor Díaz Berenguer de la Universidad de la Republica en Uruguay enfrenta un tema de actualidad: la relación Médico-Paciente e Informática en la práctica clínica. En este trabajo se le considera como un tipo especial de comunicación, la relación médico-paciente que aprovecha simultáneamente múltiples lenguajes y códigos, todos ellos propios de la interacción humana. Se parte de la intencionalidad del que espera ser sanado y del que espera poder sanar y esta comunicación se beneficia de los gestos, el lenguaje corporal, las miradas y otras sensaciones además del escenario y vestuario usado. El autor manifiesta la preocupación de que se pueda alterar este rico y complejo canal de comunicación ante la introducción de los computadores, al menos como se utilizan en la actualidad puedan convertirse en un obstáculo para una adecuada relación médico-paciente y oculte a uno del otro, con los efectos que esto podría traer. ¿Será que acá hay espacio para la computación-

fectiva, un enfoque que gana espacio en diferentes ambientes?

Se cierra este interesante libro con el capítulo Colaboración interdisciplinaria dentro de la informática basada en la medicina e ingeniería para el impacto social, de los investigadores Simini de Uruguay y Vienni de Suiza; quienes presentan las oportunidades y desafíos, en el ámbito nacional e internacional, que se enfrentan los procesos de colaboración interdisciplinarios, en particular desde la Medicina, la Informática y la Ingeniería, que es el mecanismo por excelencia para atacar los desafíos sociales actuales con impacto real. Se analiza una experiencia exitosa, que data de 40 años atrás: el Núcleo de Ingeniería Biomédica en la Universidad de la República en Uruguay, presentando las lecciones aprendidas narrativas exitosas tanto en líneas de investigación generales como específicas. Este capítulo, como los demás del Libro dejan en claro la importancia de BME y MI en la solución de problemas de salud y bienestar social aprovechando diferentes tecnologías de hardware y software, pero sobre todo entendiendo que se debe involucrar a los diferentes actores para lograr los resultados esperados.

Para cerrar es necesario decir que este libro, además de exponer los trabajos de los autores, invita a la reflexión sobre las posibilidades abiertas para enfrentar problemáticas desde diferentes ópticas y con artefactos provenientes de campos disímiles que se conjugan para obtener soluciones, de las cuales hasta ahora se ve la punta del iceberg.

El lector experimentado se encontrará con llamativos e ingeniosos desarrollos que pueden extenderse y aplicarse a otro tipo de situaciones con mente creativa e innovadora. Pero al lector que apenas se introduce en las profundas aguas de las tecnologías en medicina, le abre un espectro inmenso tanto desde la exploración de las tecnologías emergentes, como de su aplicación

armónica con el bagaje en investigación en salud para acercarse a soluciones tangibles, aplicables en la cotidianidad clínica.

Como nota final quiero resaltar que los editores dejan abierta una discusión al plantear que, a partir de los avances en la integración, podría hablarse de "Ingeniería Médica" para incluir a las actuales Ingeniería Biomédica o *Biomedical Engineering* (BME) y la Informática Médica o *Medical Informatics* (MI).

## REFERENCIAS

- [1] Simini F, Bertemes-Filho P (eds.). Medicine-Based Informatics and Engineering [Internet]. Cham, Switzerland: Springer; 2022. Pp. 201. Available from: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-87845-0>