

# La ingeniería biomédica

Pablo Luengas\*

En noviembre de 1991 se celebrará, por primera vez en Guadalajara, el XIII Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica. El ITESO será sede del congreso, organizado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica (SOMIB), organismo que reúne a ingenieros, médicos, profesionales, estudiantes y personas interesadas en la interacción entre la ingeniería y la medicina. Varias universidades e instituciones nacionales e internacionales respaldan la labor de difusión y promoción de los trabajos de investigación que se presentarán en el congreso.

La *ingeniería biomédica* es la disciplina que estudia y da solución a los problemas de tecnología de la medicina y las ciencias biológicas. Su campo de conocimiento es tan diverso como las áreas de especialización médica, y tan variado en sus formas de interacción como la ingeniería misma. En 1977, The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) -la organización de ingenieros eléctricos y electrónicos más grande del mundo- clasificó las aplicaciones de la ingeniería en la medicina dentro de la llamada *bioingeniería*. Esta, a su vez, abarca a la *ingeniería clínica*, que se ocupa de los problemas asistenciales propios de un hospital, y a la *ingeniería biomédica*.

Si bien el término *ingeniería biomédica* apareció apenas a mediados de este siglo, la aplicación de los conocimientos tecnológicos en la práctica médica es tan antigua como la misma medicina. El físico Ambrose Paré diseñó diferentes dispositivos metálicos que aplicó en sus pacientes en el siglo XVI, mientras que Marey inventó el esfigmomanómetro en 1860, van Helmholtz el oftalmoscopio en 1851 y Laënnec el estetoscopio en 1819.

Llama la atención que en esta época, caracterizada por la especialización en las áreas del conocimiento, aparezca la *ingeniería biomédica* como fusión de dos campos aparentemente discímiles. En otros campos del conocimiento humano, la separación disciplinaria ha traído como consecuencia la acentuación de las diferencias entre la ingeniería, las ciencias físicas y la profesión médica. Estas diferencias son tan grandes que los ingenieros y médicos calificados enfrentan serias dificultades para comprender el lenguaje de uno o de otro.

## Las aplicaciones

La aplicación de la ingeniería a las ciencias médicas ha ido mucho más allá de aportar soluciones tecnológicas. Las interrelaciones se han dado desde numerosas especialidades de la ingeniería y de las áreas médicas. Las interacciones más notables e importantes en este momento a nivel mundial son:

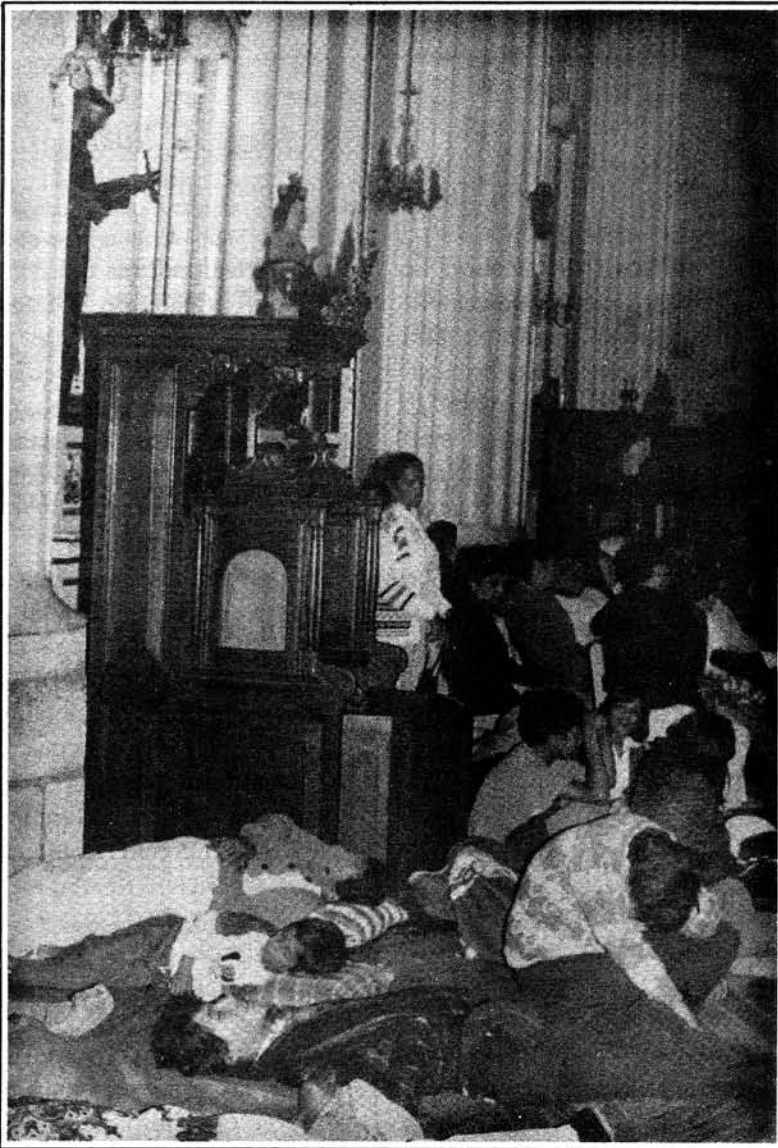
- *Instrumentación electrónica.* Consiste en las técnicas de medición de parámetros o variables fisiológicas en las cuales se utilizan equipos electrónicos. Algunos de estos parámetros son los biopotenciales (como el electrocardiograma o el electroencefalograma), la temperatura y la presión sanguínea.<sup>1</sup>
- *Instrumentación mecánica.* Aquí, las técnicas de medición de parámetros fisiológicos se realizan mecánicamente (capacidades y volúmenes pulmonares, contractilidad muscular, etcétera).
- *Procesamiento de señales y procesamiento de imágenes.* Esta es

una área de desarrollo de la ingeniería electrónica que actualmente está en auge debido al vertiginoso avance tecnológico en computación y circuitos integrados especializados. Aquí, las señales o imágenes fisiológicas digitalizadas (convertidas a números comprensibles por una computadora) son manipuladas para extraer de ellas la información más útil.<sup>2</sup>

- *Matemáticas aplicadas a la medicina.* Debido a que no siempre es posible -ni aceptable desde el punto de vista ético- hacer experimentos en un organismo humano, es necesario representar órganos y funciones fisiológicas en una computadora para predecir lo que sucedería en un organismo vivo. Técnicamente esto se conoce como modelación matemática.<sup>3</sup>
- *Biomecánica.* Es el estudio de las fuerzas, los movimientos y las estructuras en el organismo y su interacción con elementos artificiales.<sup>4</sup>
- *Informática médica.* Se trata de la administración de la información médica sobre pacientes como soporte para la toma de decisiones por parte de los especialistas médicos.<sup>5</sup>
- *Biomateriales.* Es el estudio de las características y tipos materiales para su aplicación en la fabricación de prótesis e instrumental médico.<sup>6</sup>
- *Redes neurales.* Este nuevo campo de investigación científica y tecnológica se basa en la imita-

\* Profesor-investigador de la Unidad Académica de Electrónica del ITESO.





Durruty de Alba

minuyendo así la incidencia de infecciones en cierto tipo de tratamientos.<sup>9</sup>

También se desarrollan proyectos de apoyo a otras áreas del ITESO. Por ejemplo con el Centro de Coordinación y Promoción Agropecuaria (CE-COPA), se realizó un sistema de bajo costo para el diagnóstico de enfermedades en comunidades rurales mediante una sencilla medición de puntos de acupuntura, y con la Unidad Académica Básica de Psicología se trabajan proyectos relacionados con la bio-retroalimentación, que permite entrenar al paciente en el control del estrés, de tensiones e incluso del dolor,

hasta superar por completo estos problemas.

Por otra parte la enseñanza de la *ingeniería biomédica* tiene aspectos tan polifacéticos que constituye un campo ideal para la investigación educativa en cuanto a contenidos, habilidades, actitudes y valores. En conjunto con el Departamento de Ciencias Sociales se desarrolla un proyecto que analiza el trabajo de clase de esta materia como posible modelo de innovación en técnicas y estilos de enseñanza de la ingeniería. La hipótesis de trabajo es que la formación humana del ingeniero es tanto o más importante

que la simple transmisión de conocimientos. El dominio de conocimientos y habilidades, junto con la apropiación de actitudes y valores, son importantes para una sociedad cambiante con urgencia de profesionales comprometidos con su entorno y con un espíritu de servicio a los demás.

La ingeniería biomédica en el ITESO tiene ya su historia -aunque reciente- y sus logros. También tiene retos. La realización en esta universidad del próximo Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica marcará un precedente importante porque fomentará la consolidación de esta joven pero importante área de investigación y de enseñanza en el ITESO.

### Notas

1. Dos ejemplos de lo que se ha realizado en México en esta línea son el "Contador de latidos cardiacos aplicado en fisiología del ejercicio", desarrollado en la UAM-I, y el "Radio-transmisor de señales de ECG", desarrollado por el Departamento de Diseño de Instrumentación del Instituto Nacional de Cardiología y la Cruz Roja Mexicana.
2. Un ejemplo es el proyecto "Valorización automatizada de las células del endotelio corneal humano por procesamiento digital de imágenes", Unidad de Digitalización y Procesamiento de Imágenes, Centro de Instrumentación, UNAM.
3. Cabe mencionar la tesis de Eduardo Fernández (egresado del ITESO), "Simulación de la homeostasis de la glucosa", en donde se evalúa un modelo matemático que describe el comportamiento de la glucosa en el organismo con páncreas natural y páncreas artificial.
4. En esta línea se ubica el trabajo "Electromiografía y manometría anorrectal", desarrollado por el Laboratorio de Ingeniería en Fenómenos Fisiológicos de la UAM-I y el Servicio de Colo-Proctología del IMSS.
5. Un ejemplo de trabajos en informática médica en Guadalajara lo constituye el recientemente creado Instituto de Informática Médica de la UAG.
6. En la línea de biomateriales puede verse el proyecto "Física de superficie de un biometal implantado", del Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM.
7. En México se han desarrollado trabajos de redes neuronales, como el de Quiza y Espinoza: "Clasificación de potenciales de acción con una red neuronal que emplea retropropagación", UAM-I/Laboratorio de Cibernética, UNAM.
8. Cfr. Gutiérrez, Hernán y Javier Hernández. "Electrocardiograma de tres canales", en *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, vol. XI, núm. 1, noviembre de 1990.
9. Cfr. González Llera, Salvador. "Unidad de monitoreo para sistemas de drenaje torácico", tesis de Ingeniería Electrónica, ITESO, Guadalajara, 1990.