

# Tema 1

## Introducción

### 1.1. Desarrollo histórico de la IB

Aunque existen precedentes históricos tales como el estudio de la “electricidad animal” por Luigi Galvani en la década de 1780, podemos considerar que la aparición de la disciplina de Ingeniería Biomédica (IB) se produce a partir de la introducción de innovaciones tecnológicas en la práctica médica a lo largo del último siglo. La IB integra dos áreas tales como la medicina y la ingeniería, y está implicada en el diseño, desarrollo y utilización de materiales, dispositivos (tales como litotripsia ultrasónica, marcapasos, etc.) y técnicas (tales como procesamiento de señal e imágenes, inteligencia artificial, etc.) para investigación clínica, al igual que para el diagnóstico y tratamiento de pacientes.

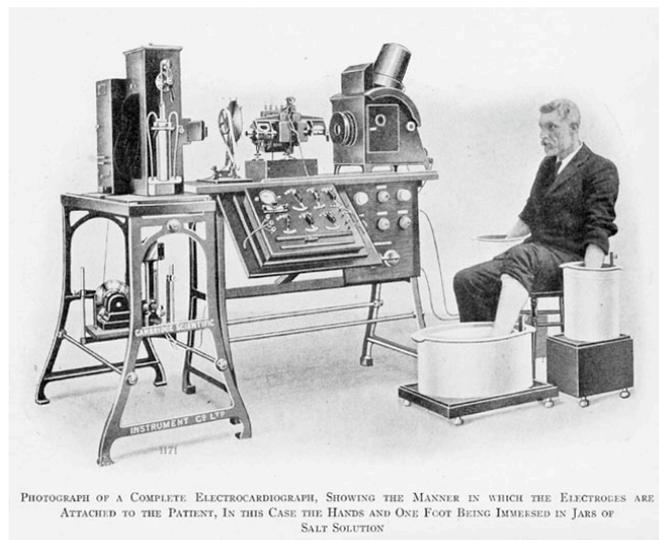


Figura 1.1. Electrocardiógrafo de Einthoven (*Wikimedia Commons*).

A finales del siglo XIX y principios del XX, se produce un rápido desarrollo en la ciencia médica, motivado por el de una serie de ciencias aplicadas (química, física, ingeniería, microbiología, fisiología, farmacología, etc.), generando grandes avances en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. En el campo de la instrumentación médica, se

obtienen los primeros registros de biopotenciales. August Waller obtuvo el primer registro de electrocardiograma en 1888 utilizando un electrómetro capilar, y en 1903 Willem Einthoven obtuvo un registro de electrocardiograma mediante galvanómetro de hilo. El primer electrocardiógrafo comercial apareció en 1911 y el primer sistema basado en amplificación de tubos electrónicos fue desarrollado por Siemens-Halske en 1921. En 1930 los avances en amplificación electrónica permitieron la aparición del primer electroencefalógrafo.

En el campo de la obtención de imágenes médicas, comenzaron a utilizarse los rayos-x descubiertos por Roentgen en 1895 para el diagnóstico de fracturas óseas y dislocaciones. En 1896 Siemens y General Electric comercializaron los primeros sistemas de este tipo. En los años 30, esta tecnología permitía visualizar prácticamente todos los órganos mediante la utilización de sustancias radioopacas. No obstante, el elevado coste de la instrumentación disponible obligaba a centralizarla en los hospitales, que se confirmaron, fundamentalmente a raíz de la introducción de los antibióticos (que permitían reducir el riesgo de infección entre pacientes), como los centros donde se concentraba la tecnología médica.

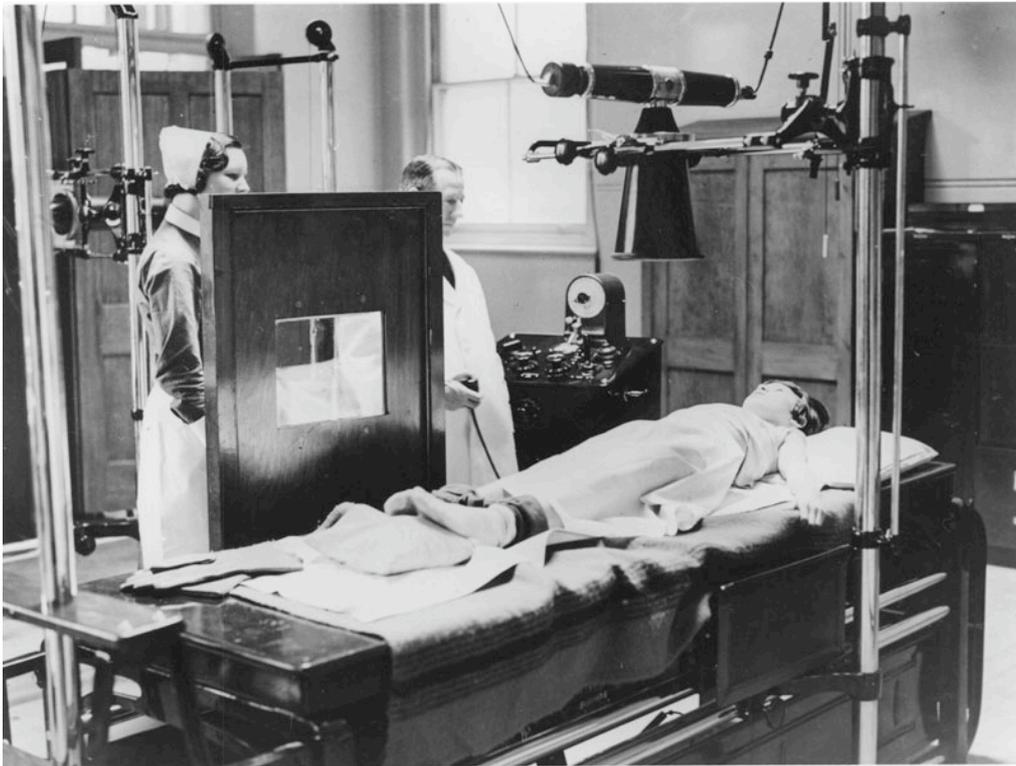


Figura 1.2. Departamento de Rayos X ([http://hharp.org/gallery\\_buildings.html](http://hharp.org/gallery_buildings.html)).

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, parte de las investigaciones motivadas inicialmente con fines militares se aplican al desarrollo de nuevos dispositivos médicos. En la década de los 50 comienzan a utilizarse ordenadores en aplicaciones de IB, y se desarrollan sistemas de diagnóstico por ultrasonidos, basados en la tecnología del sonar. También se comienza a investigar en aplicaciones y efectos de sustancias radiactivas.

En el campo de la cardiología, Paul Zoll desarrolló el primer marcapasos externo en 1952, y en 1958 se disponía de marcapasos implantables. El primer marcapasos de demanda fue comercializado por Medtronic en 1965. También Zoll realizó la primera desfibrilación transtorácica en 1955, aunque hubo que esperar hasta 1970 para obtener el primer desfibrilador implantable desarrollado por J. Schuder. También en el campo de dispositivos protésicos cardíacos, las primeras válvulas artificiales fueron implantadas en 1960, y Denton Cooley implantó el primer corazón artificial en 1969.

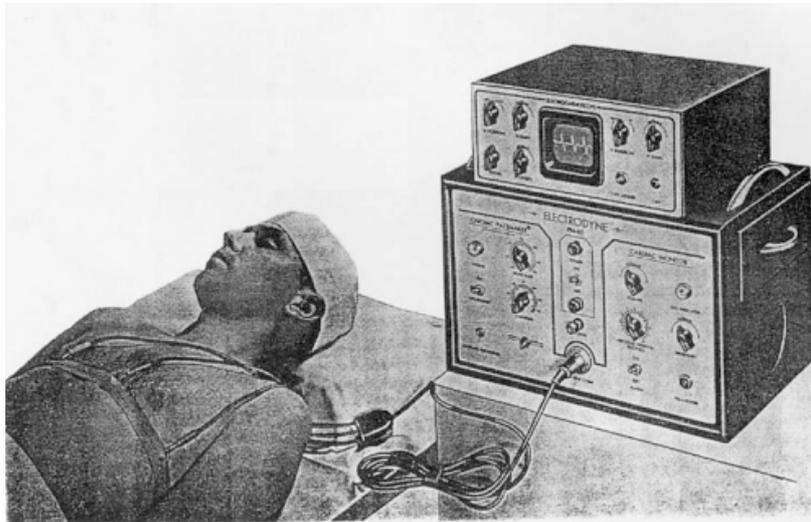


Figura 1.3. Marcapasos-monitor cardíaco (Nicholson MJ, Orr RB, Eversole UH, Crehan JP. *A cardiac monitor-pacemaker: Use during and after anesthesia. Anesthesia and Analgesia*).

En la década de 1960 también se desarrollaron los primeros sistemas de telemetría, comenzaron a incorporarse a los hospitales las unidades de cuidados intensivos (UCI) y aparecieron los primeros sistemas de información hospitalaria (HIS) para almacenar, procesar e intercambiar ficheros médicos.

El primer instrumento médico basado en computador, el escáner de tomografía axial computerizada (TAC) desarrollado por Godfrey Hounsfield en 1971, marca un punto de inflexión en los procedimientos no invasivos de diagnóstico por imagen. En 1976, Mansfield y Maudsley obtienen la primera imagen humana mediante resonancia magnética

nuclear (RMN), y en 1977 aparecen los primeros sistemas comerciales de tomografía por emisión de positrones (PET).

Los ordenadores empiezan a utilizarse para proporcionar diagnóstico de potenciales enfermedades correlacionadas con conjuntos específicos de síntomas. En 1973, Edward Shortliffe desarrolla MYCIN, el primer sistema experto de aplicación médica, que proporcionaba ayuda para seleccionar antibióticos.

En la década de 1980, aparecen sistemas de endoscopia y se aplica el láser en cirugía. También se desarrollan sistemas de estimulación funcional (FES). Por último, ya en los años 90 del pasado siglo comienza a aplicarse la robótica en diversos campos de la medicina, tales como automatización de análisis en laboratorios, rehabilitación y cirugía. Otra novedad importante es el uso de los recursos de Internet (en 1996 aparece Medline para acceso a publicaciones médicas).

## 1.2. Definiciones y áreas de investigación

La IB es una rama interdisciplinar de la ingeniería que parte de conocimientos teóricos para obtener aplicaciones, incluyendo investigación, desarrollo, implementación y operación de los sistemas desarrollados. Según la clasificación propuesta por Pacela en *Pacela's Bioengineering Education Directory*, Bioingeniería es la disciplina genérica en la cual estaría incluida la IB. No obstante, el término de bioingeniero se suele aplicar al investigador relacionado con los campos de biotecnología e ingeniería genética. Podemos definir al ingeniero biomédico de manera más específica como el ingeniero encargado de la aplicación de principios eléctricos, mecánicos, químicos, ópticos, etc., para comprender, modificar o controlar sistemas biológicos (es decir, humanos y animales), y de diseñar y producir dispositivos que puedan monitorizar funciones fisiológicas y asistir en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes.

Cuando los ingenieros biomédicos trabajan en el marco hospitalario o clínico, se denominan más apropiadamente ingenieros clínicos. Sus funciones serían las de proporcionar un soporte a tecnologías médicas, responsabilizándose de la instrumentación biomédica y de los sistemas utilizados en los hospitales, así como del entrenamiento del personal médico en la utilización de equipos y normas de seguridad. También sería competencia suya el diseño y uso de la tecnología actual para aumentar la seguridad y efectividad de los sistemas utilizados.

Entre los objetivos actuales en el campo de la IB, podemos destacar:

- Investigación y desarrollo de nuevos materiales.
- Desarrollo de nuevos instrumentos de diagnóstico.

- Modelización por computador de sistemas fisiológicos del cuerpo humano.
- Desarrollo de programas para el análisis de datos médicos.
- Análisis de riesgos en dispositivos médicos para incrementar su seguridad y eficacia.
- Desarrollo de nuevos sistemas de diagnóstico por imagen.
- Diseño de sensores biomédicos para la medida de variables fisiológicas humanas.
- Desarrollo de sistemas expertos para el diagnóstico de enfermedades.
- Diseño de instrumentación para medicina deportiva.
- Diseño de ayudas a la comunicación para minusválidos.
- Estudio de la biomecánica del cuerpo humano.

A la vista del amplio espectro de objetivos comentados, y al igual que ocurre en la práctica médica, es necesaria una especialización del ingeniero biomédico debido a la imposibilidad de cubrir todas las áreas de interés. Por otra parte, el carácter interdisciplinario de la IB hace imprescindible una colaboración estrecha con el personal médico, permitiendo así una mejor identificación de problemas y búsqueda de soluciones en el campo de la salud.