

LA INGENIERÍA BIOMÉDICA EN LA MEDICINA DEL FUTURO: LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

Enrique J. Gómez Aguilera

Presidente de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (S.E.I.B.)

RESUMEN

Las tecnologías médicas tienen un papel cada vez más relevante en la práctica médica y el cuidado de la salud. La Ingeniería Biomédica (IB), es la disciplina científica que aplica los principios de la ciencia y de la ingeniería a la medicina. Los ingenieros biomédicos, en estrecha colaboración con los profesionales sanitarios, crean soluciones tecnológicas a nuevos retos y necesidades en medicina, mejorando los métodos y tecnologías para el diagnóstico, la monitorización, la terapia, las intervenciones quirúrgicas y la prevención de enfermedades.

La *Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (SEIB)* (seib.org.es) es la sociedad científica y profesional para la promoción de la Ingeniería Biomédica en España, siendo la única sociedad científica española que pertenece a la federación internacional (IFMBE) y europea (EAMBES). En este artículo se presentan los orígenes de la SEIB, así como sus áreas principales de actividad relativas a la educación, investigación e innovación en ingeniería biomédica y tecnologías sanitarias. Una de sus actividades principales es la organización del Congreso Anual de la SEIB. También fomenta actividades conjuntas con otras entidades y asociaciones nacionales e internacionales en el campo de la IB, así como con sociedades médicas con las que mantiene convenios de colaboración.

La medicina avanza, cada vez más, de la mano de la tecnología en la necesidad de abordar los grandes retos en innovación sanitaria y la IB tiene un papel fundamental en la transformación tecnológica y digital de los sistemas sanitarios, y en definitiva en la mejora del cuidado de la salud y del bienestar de todas las personas. A este ambicioso objetivo dedica sus esfuerzos la SEIB.

1. INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Biomédica es la disciplina científica y profesional que aplica los principios de la ciencia y de la ingeniería a la medicina para mejorar el cuidado de la salud. Los ingenieros biomédicos en estrecha colaboración con los profesionales sanitarios buscan nuevas soluciones tecnológicas a métodos de diagnóstico, de terapia, de planificación quirúrgica, o de prevención de enfermedades.

Son muchas las áreas que cubre la IB, como, por ejemplo:

1) La *bioinstrumentación*, hablamos de dispositivos médicos como un marcapasos (varios millones de personas en el mundo lo llevan), un equipo de electrocardiografía o un sistema de monitorización fetal que permite a una matrona conocer el estado de bienestar fetal durante el embarazo o en el parto

2) Las *imágenes médicas*, un área de la IB que revolucionó la práctica médica en el siglo pasado desde que el investigador Roentgen descubrió a finales del siglo XIX una radiación desconocida (que

denominó Rayos X). En la actualidad, disponemos de equipos muy avanzados en radiología digital, de ultrasonidos, de medicina nuclear que facilitan la visualización del estado de evolución de un tumor, o la resonancia magnética que nos da información sobre nuestra actividad cerebral o la forma en que tenemos conectadas nuestras neuronas en el cerebro.

3) Nuevos *biomateriales*, que se emplean para construir válvulas cardíacas o prótesis de cadera.

4) La *salud digital y la telemedicina*, que está revolucionando las consultas médicas, al realizar un acto médico utilizando sistemas de telecomunicación, y que ayuda por ejemplo a los pacientes crónicos y las personas mayores a conseguir una mejor autonomía en su domicilio y a retrasar la aparición de las enfermedades neurodegenerativas.

5) Los “*quirófanos inteligentes*”, que ofrecen una cirugía cada vez menos invasiva, más eficiente y más segura para los pacientes, donde se integran imágenes médicas que permiten reproducir las características de un paciente mediante simuladores virtuales, lo que llamamos *pacientes virtuales*, e intentar reproducir la escena quirúrgica real a través de una escena virtual; o la *robótica*, de manera que los cirujanos utilizan robots para que les ayuden a mejorar el acceso a zonas más complejas, reducir el cansancio durante la intervención y en definitiva mejorar la seguridad del paciente.

6) La *neurotecnología*, que nos permite conocer la actividad cerebral o actuar sobre el cerebro, con tecnologías como la neuromonitorización, la neuroestimulación o las interfaces cerebro-máquina que aplicamos en áreas como la neurorehabilitación o en el control de dispositivos robóticos.

2. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA SEIB

La ingeniería biomédica *inicia su andadura en España en 1981* con la creación de la Asociación Española de Bioingeniería, que se convertiría en 1995 en la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (. Una de las actividades principales de la SEIB es la organización del congreso anual de ingeniería biomédica, correspondiendo a este año 2024 la 42ª edición del congreso anual de IB.

La *actividad de la SEIB en IB comprende áreas* como la Bioinstrumentación y Biosensores, Modelado y simulación de sistemas fisiológicos, Imágenes médicas, Biomecánica, Biomateriales, Nanotecnología, Ingeniería de tejidos, Procesamiento de señales, Inteligencia Artificial (IA) en Medicina, Neurotecnología, Ingeniería de la rehabilitación, Telemedicina y Salud Digital.

Aunque la IB tiene una larga historia en España, la actividad docente, investigadora y de innovación ha crecido exponencialmente en la última década, al empezar a impartirse en los últimos 15 años las titulaciones de grado y máster específicas en esta disciplina.

La *ingeniería biomédica y las tecnologías sanitarias fueron de gran valor* en la lucha contra la pandemia generada por la COVID-19. Si pensamos en la mal llamada “Gripe española” de los años 18-19 del siglo pasado, en la que fallecieron más de 50 millones de personas, y si la comparamos con la pandemia pasada, no hay duda del enorme avance que ha habido en la medicina, en las ciencias biomédicas, en la farmacología, y del conocimiento científico que está consiguiendo disponer de vacunas en un tiempo récord, pero también la importante contribución de la ingeniería biomédica, que en esa época era prácticamente inexistente.

Algunas de las aportaciones de la ingeniería biomédica durante la pandemia han sido:

- *Test de detección del coronavirus*, para identificación y aislamiento de personas contagiadas, que por ejemplo se basan en biosensores para detección de anticuerpos en la saliva.
- *Tecnologías de equipamiento médico* en los hospitales:

- Imágenes médicas: radiología, tomografía computerizada, ecografía para el diagnóstico de los síndromes respiratorios asociados a la COVID-19.
- Equipamiento en una UCI: ventilador mecánico o respiradores, bombas de infusión, oxigenoterapia, sistemas de aspiración, monitores de constantes vitales...que han contribuido a salvar muchas vidas
- *Sistemas de telemedicina* para monitorización remota de pacientes y comunicación médico-paciente, y sistemas de comunicación entre el paciente hospitalizado y su familia.

3. OBJETIVOS Y ACTIVIDADES DE LA SEIB

Los *objetivos principales de la SEIB* son:

- Fomentar la educación en IB (programas de grado, maestría, doctorado) y programas de formación para profesionales de la salud
- Impulsar la investigación en IB y su financiación pública y privada
- Mejorar la colaboración entre la investigación en IB y la industria (tecnología médica y de salud digital) y sus instituciones (FENIN)
- Mejorar la transferencia de conocimientos y tecnologías de IB al sector empresarial
- Promover la innovación y el emprendimiento en tecnologías sanitarias
- Apoyar a las nuevas generaciones de ingenieros biomédicos
- Facilitar a los titulados de IB su inserción laboral en empresas, hospitales, centros de investigación y en la administración.
- Colaborar con sociedades internacionales / nacionales (IB, médicas, etc.) con 14 acuerdos activos
- Ser una voz representativa de la IB (educación, investigación, innovación) en España
- Posicionar la IB en la agenda española política y de investigación
- Desarrollar un diálogo entre SEIB y los agentes principales en IB, así como en campos relacionados.
- Promover la colaboración interdisciplinar de los ingenieros biomédicos con los profesionales sanitarios, los pacientes y los ciudadanos.
- Difundir a la sociedad la relevancia de la IB en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

En la *actividad docente* de la SEIB participan 30 universidades que ofrecen titulaciones de grado y 12 de máster en IB, lo que está suponiendo una verdadera revolución en la sanidad al formarse cada año más de 400 graduados en IB y más de 150 de máster. Todos estos nuevos egresados junto a los profesionales sanitarios están haciendo posible que se formen equipos de trabajo interdisciplinarios que, en la industria, en los hospitales y en la universidad están creando una nueva forma de entender la medicina y el cuidado de la salud.

En *investigación*, el número de grupos y centros de investigación en IB sigue creciendo cada año. De hecho, existe una convocatoria específica del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación dedicada a IB, financiándose multitud de proyectos en todas las áreas de la IB.

La SEIB es la única sociedad científica española que pertenece a la federación internacional (International Federation for Medical and Biological Engineering-FMBE) y europea (European Alliance of Medical and Biological Engineering and Science (EAMBES)).

En *innovación* en IB, la SEIB participa en la promoción y participación en foros de innovación “matchmaking” en tecnologías de la salud, organizados por FENIN y con la colaboración de la red ITEMAS, para potenciar la colaboración entre empresas, instituciones sanitarias y grupos de

investigación en ingeniería biomédica. Un reciente ejemplo fue el Foro ‘Matchmaking Innovación en Salud: Smart Data y Paciente Crítico’ en Andalucía, celebrado los días 8 y 9 de noviembre en Málaga.

En el ámbito clínico y sanitario hay un *creciente interés y una inquietud cada vez mayor por el emprendimiento y el desarrollo de proyectos innovadores.*

Los profesionales de la salud están cada vez más preocupados, y a la vez más motivados, en la búsqueda de soluciones innovadoras para llevar a la práctica las ideas y necesidades que surgen en la práctica clínica, y la posibilidad de participar en proyectos innovadores en tecnologías sanitarias que afronten los retos principales de la sanidad. Por otro lado, el papel de la tecnología en la práctica médica actual requiere de equipos interdisciplinares formados por profesionales sanitarios e ingenieros biomédicos, que colaboran en la aceleración de los proyectos para hacerlos realidad en sus instituciones sanitarias y en el mercado.

No obstante, en Europa y en concreto España, es imprescindible que sigan apareciendo *unidades de innovación en los hospitales* que, en colaboración con los investigadores en ingeniería biomédica, se involucren en la creación de startups y empresas emergentes en el ámbito de la salud. Algunas de las áreas más demandadas y de mayor éxito en el emprendimiento clínico son la salud digital, la telemedicina, los dispositivos médicos y los sistemas de ayuda a la decisión, basados en tecnologías de inteligencia artificial, que consigan una medicina más personalizada y preventiva, mejorando la calidad de la atención médica, aumentando la eficiencia y la experiencia del paciente.

4. CONGRESO ANUAL DE LA SEIB (CASEIB)

La SEIB organiza cada año el *Congreso Anual de la SEIB (CASEIB)* siendo este año su 42ª edición y se celebrará en Sevilla (CASEIB2024) del 27 al 29 de noviembre.

CASEIB es un foro de encuentro de ingenieros biomédicos y profesionales clínicos interesados en los últimos avances en investigación, educación e innovación en las diferentes áreas que engloba la Ingeniería Biomédica, estableciendo nuevos lazos de colaboración entre grupos de investigación, empresas y profesionales clínicos. El programa científico incluye conferencias plenarios, mesas redondas, sesiones orales y de póster, así como sesiones especiales centradas en áreas específicas y emergentes dentro de la SEIB como son los Biomateriales, Nanomedicina y Neurotecnologías.

El congreso también incluye varios premios y competiciones destinadas a estudiantes de Grado, Máster y Doctorado, en concreto los premios SEIB-FENIN a las mejores comunicaciones presentadas por estudiantes de Grado en IB, , los premios SEIB-EIT Health Spain para proyectos de innovación en tecnologías sanitarias y el premio José María Ferrero Corral a la mejor comunicación de estudiantes de máster y doctorado, todos ellos enfocados a fomentar la excelencia entre las nuevas generaciones de ingenieros biomédicos.

5. FUTURO DE LA IB

La medicina avanza, cada vez más, de la mano de la tecnología en la necesidad de abordar los grandes retos en innovación sanitaria asociados a los cambios demográficos en los países desarrollados, que nos llevan a hablar del envejecimiento del envejecimiento, el aumento de las enfermedades crónicas y el cambio de modelo de atención sanitaria de agudos a crónicos, la sostenibilidad de los sistemas sanitarios, la necesidad de optimizar el tiempo que emplean los profesionales en el uso de la tecnología, el cambio en la relación paciente-profesional sanitario, la búsqueda de la mejora de la experiencia con el sistema sanitario, la consecución de una medicina personalizada, preventiva, predictiva y de precisión, y el análisis de los datos de salud para obtener indicadores de cuidado de la salud basados en valor.

Las *áreas más demandadas y de innovación* en IB son las imágenes médicas, la salud digital, la telemedicina, los dispositivos médicos y los sistemas de ayuda a la decisión, basados en tecnologías de inteligencia artificial, los quirófanos inteligentes y la robótica, etc. Una de las áreas de mayor expansión de la IB en los sistemas sanitarios es el uso de la IA en medicina. La IA está siendo fundamental, porque los nuevos dispositivos médicos, la historia clínica electrónica y el uso masivo de la telemedicina, están facilitando la generación de ingentes cantidades de datos clínicos en formato digital, que a su vez hacen uso de la aplicación de la inteligencia artificial y de herramientas de análisis de grandes volúmenes de datos para movernos hacia una medicina más personalizada, como es el caso de la personalización de los tratamientos oncológicos particularizando el tratamiento a partir de información genética del paciente y de su estilo de vida.

Lo que no hay duda es, que los sistemas inteligentes de ayuda a la decisión para los profesionales, y también para los pacientes, están mejorando los métodos actuales de diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, y contribuyendo sustancialmente a la transformación digital de la sanidad.

Todas estas áreas están contribuyendo a realizar la demandada *transformación digital de la sanidad*, y a conseguir una medicina más personalizada y preventiva, mejorando la calidad de la atención médica, aumentando la eficiencia y la experiencia del paciente.

Las *áreas de futuro en IB* son muchas entre las que se pueden destacar:

- El hospital de futuro, hospital “sin paredes”, a partir de los avances en salud digital e IA, con una atención al paciente crónico complejo que desdibujará las barreras entre atención especializada, atención primaria y los servicios sociales.
- Sistemas de salud digital en entornos extrahospitalarios, integrando biosensores de variables fisiológicas, pulseras y dispositivos móviles.
- Nuevas modalidades de imagen médica, cada vez menos invasivas.
- El análisis de datos primarios y secundarios de salud, a partir de técnicas de IA, para avanzar hacia un cuidado basado en valor.
- La nanomedicina para terapias de precisión.
- Cirugía asistida por robot.
- La ingeniería de tejidos, la medicina regenerativa y la creación de órganos artificiales por impresión 3D.
- Los gemelos digitales en cirugía integrados en los quirófanos inteligentes.
- La simulación en formación médica, y específicamente en cirugía de mínima invasión, basada en tecnologías de realidad virtual y realidad mixta e impresión 3D.
- El desarrollo de nuevos biomarcadores para prevención de enfermedades neurodegenerativas.
- La neurotecnología: neuromonitorización, neuroestimulación y neuroimplantes.

En resumen, los ingenieros biomédicos tienen cada vez más un papel fundamental en la transformación tecnológica y digital de los sistemas sanitarios, y en definitiva en la mejora del cuidado de la salud y del bienestar de todas las personas. A este ambicioso objetivo dedica todos sus esfuerzos la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica.