

# 23. Historia de la ingeniería biomédica en El Salvador: inicios de la formación técnica e ingenieril

L. R. Barriere, Director de Ingeniería Biomédica, Universidad Don Bosco, Facultad de Ingeniería

## **Introducción**

Al investigar en nuestro medio, múltiples fuentes que abordan el tema de los inicios de la Ingeniería Biomédica en el mundo, evidenciamos una primicia de la misma al estudiar las necesidades y los problemas derivados de las investigaciones tecnológicas en la salud surgida en los años 30 y 40 del siglo pasado en países Europeos y de Norteamérica. Muchos diseños de equipos que originalmente fueron propuestos por médicos y que por falta de conocimientos técnicos e ingenieriles ocasionaban tasas considerables de morbilidad y mortalidad al aplicarse los tratamientos con los prototipos desarrollados son parte de la historia mundial de los inicios del desarrollo de la Ingeniería Biomédica en el mundo. Este tipo de investigaciones aceleró el hecho de que otras disciplinas participaran en nuevas propuestas de solución a problemas de salud. Estas son las áreas de: ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica, Ingeniería civil, entre otras, que en conjunción con los conocimientos médicos lograron grandes avances en la calidad de servicios médicos, tanto a nivel de tratamiento, como de diagnóstico, por lo que desarrollaron instrumentos y técnicas que mejoraron la calidad de atención al paciente.

Hoy, las necesidades tecnológicas en los centros de atención de salud de nuestro país han aumentado considerablemente, así como la necesidad de tener dichas tecnologías en niveles de operación óptimas, buscando con personal especializado en Ingeniería Biomédica las soluciones a cualquier problema tecnológico, apoyándose del departamento de mantenimiento hospitalario (ya sea con personal empírico o graduado de la especialidad técnica en Ingeniería Biomédica, fuera o dentro de nuestro país). Cada día se comprueba la necesidad de contratar profesionales con alta formación académica y técnica en el campo de la Ingeniería Biomédica (técnicos, ingenieros, máster, entre otros niveles de educación, fuera o dentro de El Salvador) por parte de instituciones, redes de salud, empresas privadas que brindan servicios técnicos-ingenieriles biomédicos. La sociedad, en general, busca programas innovadores y de futuro para sus hijos tomando en cuenta además el avance de la tecnología médica existente en nuestra época.

Por lo anterior, ¿Cuál será el futuro de la Ingeniería Biomédica en nuestro país en base a la historia de las Técnicas Biomédicas y las nuevas prácticas clínicas en El Salvador?

## **Palabras Claves**

Inicios y desarrollo de la Ingeniería Biomédica, antecedente y futuro de la Ingeniería Biomédica y nuevas técnicas en Ingeniería Biomédica en El Salvador.

## **I. Primeros profesionales y eventos de la Ingeniería Biomédica en El Salvador**

Una definición de Ingeniero Biomédico se puede enunciar como: "profesional que integra herramientas técnicas, ingenieriles y

administrativas para facilitar y mejorar la atención de salud". Si bien el concepto es simple, las sub-especialidades que componen la profesión son variadas y complejas, por lo que en el artículo, se mencionarán varios conceptos aplicados históricamente en el desarrollo de aplicaciones técnicas e ingenieriles de Biomédica en nuestro país.



Como preámbulo se puede afirmar que la necesidad que experimentó El Salvador de incursionar en el uso de tecnologías biomédicas, derivó inexorablemente en el surgimiento de personal calificado nacional para atender las necesidades técnicas inherentes a este hecho.

Históricamente, podemos mencionar como pioneros de la aplicación de conceptos técnicos e ingenieriles Biomédicos en ambientes hospitalarios y redes de salud en nuestro país, a los profesionales: Obdulio Maldonado, Manuel Antonio Guerra, Ernesto Godofredo Girón, Luis Arnoldo Herrera, Gustavo Calderón, Salvador Juárez, Ernesto Hernández Serpas, Mauricio Antonio Fabeiro, Luis Rivera, Wilfredo Melara, Luis Daniel Ramírez, Santos Alberto Moreira, entre otros profesionales empíricos; Ingenieros de profesión en áreas generalmente de electricidad, mecánica, entre otras, y que han trabajado en áreas propias para la formación de un Ingeniero Biomédico, pero por falta de recursos profesionalizados en dicha especialidad en el país, (en la época de los años 70 a los años 90), se les daba oportunidad de manera empírica. Unos desarrollándose desde la cátedra universitaria de Ingeniería Biomédica y el trabajo de campo en el ISSS, como Ernesto Girón, Salvador Juárez, Ernesto Hernández Serpas, y otros en el trabajo de campo en técnicas ingenieriles Biomédicas en la red de salud nacional del Ministerio de Salud, Seguro Social, Sanidad Militar y empresas privadas vinculadas a servicios técnicos biomédicos; profesionales que han aplicado conceptos de mantenimiento de equipo biomédico desde inicios de los años 70, desarrollando aplicaciones básicas de Ingeniería Clínica (a nivel de mantenimiento) en negocios de servicio técnico o ventas de equipos médicos. Ellos aplican sus conocimientos de ingeniería en las diferentes redes de salud nacional, todos trabajando en una disciplina que une dos grandes áreas del conocimiento, ingeniería y medicina.

Estos profesionales fueron los pioneros de las primeras propuestas de aplicaciones de técnica ingenieriles Biomédicas en nuestra nación, formando parte de departamentos de mantenimiento, concebidas, en ese entonces, como una sección de Electromedicina<sup>1</sup>. Estas acciones respaldan el trabajo del mantenimiento al equipo médico que se

utiliza en los diferentes niveles de atención de salud en nuestro país. Básicamente, las áreas que más se desarrollaron en dichos inicios fueron el mantenimiento técnico de equipos de rayos "X" y unidades dentales, desde mediados de los años 60. Fue hasta los años 80 que la AID<sup>2</sup> creó un programa de planificación familiar, por lo que arribaron las primeras tecnologías de equipos biomédicos de laparoscopia, mesas quirúrgicas de moderna fabricación, máquinas de anestesia, monitoreo de signos vitales, entre muchos equipos más que modernizaron el sistema de salud de la época. Por lo anterior, el Ministerio de Salud, Seguro Social y Hospital Militar Central<sup>3</sup>, iniciaron el reclutamiento y capacitación de jóvenes talentosos en conocimientos de electrónica, electricidad y mecánica, con la finalidad de capacitarlos en dichas tecnologías para su respaldo técnico. Y es así como inició la potencialización del conocimiento técnico biomédico en el área del mantenimiento electromédico en El Salvador.

Sin embargo, fue hasta mediados de los 80 y principios de los años 90 que iniciaron las oportunidades de formación técnica ingenieril formal proporcionados por los programas de apoyo de GTZ<sup>4</sup>, OPS (Organización Panamericana de la Salud) y la Escuela de Ingeniería Biomédica de la Academia de Ciencias de la Salud de la Armada Norteamericana. Se destacaron asesores en Ingeniería Biomédica de países como Estados Unidos, México, España y Colombia, desarrollando capacitaciones a personal profesional empírico con técnicas de educación de "aprender haciendo" para áreas de mantenimiento de equipo biomédico, principalmente en las instituciones de salud del gobierno.

- 
- 1: Como se les llamaba antiguamente en el sistema de salud nacional; hoy en día, secciones de Mantenimiento de Equipo Médico.
  - 2: Agencia Internacional para el Desarrollo, hoy en día llamada USAID\_U.S. Agency for International Development
  - 3: Se avecinaba la guerra civil y el Hospital Militar obtuvo mucho equipo médico donado por el gobierno Norteamericano.
  - 4: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit \_ en español: Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional.

Cabe señalar que los planes de estudio de la época y actuales, no llevan como objetivo principal desarrollar en los profesionales de ingeniería un nivel de destrezas técnicas tan amplio como se desea en los técnicos en ingeniería biomédica; por lo anterior, se propuso como respuesta a la necesidad técnica operativa, los siguientes dos puntos:

1. El desarrollo de la Ingeniería Biomédica actual es tan amplio, que los planes de estudio de Ingeniería Biomédica reforzaban los conceptos de la aplicación de la "Gestión de Tecnologías Médicas". Además, se estudian otras sub-especialidades de la Ingeniería Biomédica, tratando de fortalecer al futuro profesional en diferentes campos de aplicación de la especialidad ingenieril como son la Informática Médica, Imágenes Médicas, Instrumentación Médica, Ingeniería de la Rehabilitación entre otras especialidades, que fortalecen el perfil del Ingeniero Biomédico formado en la Academia.
2. Las nuevas propuestas de Técnico en Ingeniería Biomédica surgidas a mediados de los años 80 e inicios de los años 90, en el Instituto Técnico Centroamericano (ITCA) cuya propuesta de estudios de Técnico en Biomédica desapareció como parte de su oferta académica a inicios de los años 90, y la Universidad Don Bosco (UDB) vinieron a tratar de cubrir con parte de la demanda existente de profesionales operativos en mantenimiento Biomédico, con un perfil operativo más profundo en el soporte de la tecnología médica a nivel de destrezas técnicas.

Todos estos esfuerzos se encaminaron a lograr cubrir la demanda del sistema de salud, que seguía buscando recursos humanos en otras ramas de la ingeniería y tecnificados industriales, gastando tiempo y dinero para tratar de "profesionalizarlos" empíricamente, con la experiencia y programas de apoyo técnico ingenieril biomédico de cada época, financiados por el gobierno, gobiernos amigos o los proyectos de las ONG<sup>5</sup>.

5: ONG's: Organización No Gubernamental, generalmente es una entidad de carácter civil o social, con diferentes fines integrantes, creada independientemente de los gobiernos.

## II. Ingeniería y Técnico en Biomédica en El Salvador

Bien se dice que para poder transformar a la sociedad, primero hay que educarla, y fue así como en nuestro país surgieron propuestas de programas de grado universitario en la Universidad Don Bosco (UDB) y el Instituto Técnico Centroamericano (ITCA), a mediados de los años 80. Surgieron como propuestas a las grandes necesidades de capacitación y formación formal en prácticas ingenieriles y técnicas para el soporte de la estructura de salud que se estaba formando de manera acelerada en nuestro país. Y dada la modernización de equipos médicos que estaban experimentando el Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS), la red del sistema de salud pública nacional representado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), y el Hospital Militar Central aceleraron su respaldo tecnológico por la guerra civil que se vivió desde los años 80 hasta inicios de los años 90, así como la modernización de hospitales y clínicas privadas que estaban surgiendo en la época, y las empresas privadas que suministran tecnologías a todos estos sistemas de salud nacional que vieron gran oportunidad de negocios dado el avance técnico en medicina para curar y diagnosticar que se estaba experimentando en El Salvador y países vecinos.

Se destaca en primer momento, la propuesta de Ingeniería Electrónica "Opción Biomédica" que surgió en la UDB en 1986, previo a la autorización por parte del Ministerio de Educación a nivel de educación superior, que aprobó la propuesta de Ingeniería Biomédica en el año de 1987. Por lo que solo hubo una promoción de la primera propuesta en el año 1991, por lo que los antecedentes de Ingenieros Biomédicos como título universitario de la UDB datan desde 1992 a la fecha, con un total hasta el periodo lectivo 01-2013 de 180 graduados como ingenieros, siendo dos terceras partes, egresados masculinos y una tercera parte femeninos. Si bien en 1991, surge una nueva propuesta de parte de la UDB en formar técnicos biomédicos, el Instituto Técnico Centroamericano (ITCA) formuló otra propuesta dada la gran necesidad de fortalecer dicha especialidad en el país. Desde 1984, con el patrocinio de la Organización Panamericana para el Desarrollo (FUPAD). Lastimosamente, el ITCA cerró su propuesta



académica por problemas administrativos en el año 1991, dejando solo a la UDB como única institución de servicios académicos formando profesionales de grado Técnico e Ingeniero Biomédico en El Salvador hasta la fecha, con un total de 114 graduados de técnico en biomédica, según control del Departamento de Registro Académico de la UDB hasta el ciclo 01-2013.

Actualmente, se poseen antecedentes relevantes en dicho ámbito académico ya que el programa de Ingeniería Biomédica se acreditó internacionalmente de manera regional en el año 2011, con la Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura e Ingenierías (ACAAI). Constituye, el único programa con especialización en Ingeniería Biomédica en toda la región Centroamericana, con tal distinción como referencia a la calidad académica que se distingue en nuestro país. Así mismo, en el año 2011 se aprobó la nueva propuesta de Maestría en Ingeniería Clínica por parte del Ministerio de Educación a nivel de Educación Superior, la cual potenciará aún más la calidad de los profesionales formados en la UDB y de toda la región, ya que es única en su especialidad y cuenta con el apoyo del Colegio Americano de Ingeniería Clínica<sup>6</sup>. Cabe destacar que dicho desarrollo ingenieril Biomédico desde el punto de vista académico de la UDB, permite despegar aún más en otras líneas de especialización de la Ingeniería Biomédica como son la Informática Médica, la Ingeniería de la Rehabilitación, la Instrumentación Médica, entre otras propuestas que poseen gran factibilidad de desarrollo. Además se cuenta con el apoyo de la empresa privada, vinculada al programa, gobierno, universidades de la región que también desarrollan medicina y técnicas ingenieriles biomédicas, y organismos que apoyan el desarrollo de la calidad de salud en nuestro país.

Si bien se menciona que a la fecha, se reconocen dentro de los controles académicos de la UDB a 180 Ingenieros Biomédicos y 114 Técnicos en Ingeniería Biomédica, los datos de postgrado en los egresados de ingeniería y técnico son:

6: ACCE\_ en español: American College of Clinical Engineering.

- 27 egresados de Ingeniería Biomédica han finalizado estudios de Maestría<sup>7</sup>, tanto fuera como dentro de nuestro país,<sup>8</sup> en diferentes especialidades.
- y 3 poseen estudios de Doctorado en Biomédica<sup>9</sup> desarrollados fuera de nuestro país.
- De los 114 graduados de técnico en Biomédica, un 13.46% finalizaron estudios de Ingeniería y un 3.84% estudios de postgrado en Maestrías.

Por lo anterior, es un reto para la UDB y todas las instituciones y organizaciones vinculadas en Ingeniería Biomédica, poder desarrollar la profesionalización de la especialidad en estudios de postgrado que fortalezcan conocimientos avanzados de Ingeniería Biomédica.

Relación de la Academia con el Estado, Organismos no Gubernamentales (las ONG) y la Empresa Privada.

Un objetivo principal que define esta relación es propiciar el fortalecimiento de relaciones de la Universidad con el sector productivo en busca de ventajas de integración entre la Universidad, Empresa y el Estado. Esto con miras a trabajar conjuntamente para lograr metas de desarrollo altas para la región, buscando desarrollo, innovación, investigación y tecnología en los procesos biomédicos. Es por ello que los programas académicos de Ingeniería Biomédica en El Salvador tienen una fuerte presencia en proyectos sociales, desarrollando trabajos en las redes hospitalarias del país en los siguientes rubros:

- 
- 7: En diferentes especialidades (12.6%) que representa a 20 profesionales; solo 7 ingenieros en Maestrías en áreas de la Biomédica (4.3%).
- 8: Los graduados de Maestría corresponde a un 16.9% de los graduados de Ingeniería Biomédica, pero 10 de los mismos, están fuera de El Salvador (6.25%) por diferentes motivos.
- 9: Uno vive fuera del país (Alemania) y el otro es coordinador de la Maestría de Ingeniería Clínica en la UDB, por lo que 1.25% de los egresados de la UDB. El otro es doctorado en la UAM de Iztapalapa, México y no es egresado de la UDB y trabaja en la UCA.

1. Programas de apoyo al mantenimiento correctivo y preventivo en hospitales, sin este tipo de programas técnicos, o con deficiencia del mismo al Instituto Salvadoreño de Rehabilitación de Inválidos (ISRI), Hospital de Maternidad Divina Providencia de Santiago Texacuangos, Hospital Regional de Santa Ana, Hospital de Neumología; entre otros proyectos de mantenimiento desarrollados en Centros Médicos en los últimos años.
2. Programas de apoyo en capacitación de recursos humanos profesionales en medicina y enfermería, como en el Hospital Nacional Zacamil, Hospital Nacional San Rafael de Santa Tecla, Hospital Nacional de Zacatecoluca, entre otros más de la red pública nacional.
3. Programas de apoyo en levantamiento de inventarios, diagnósticos técnicos, gestión de tecnologías, diseños de tecnologías, entre otros aspectos ingenieriles a servicios de salud como el Centro Médico de Jucupapa, Centro de atención de emergencias de Apopa, Unidad Médica Municipal de Apopa, entre otros centros de salud nacional.

Todos los trabajos antes descritos, han sido parte de los propósitos de trabajo anuales de los planes de Proyección Social que los programas de Ingeniería y Técnico en Ingeniería Biomédica ofrecen a través de su Escuela de Ingeniería Biomédica y sus cátedras, llegando a un promedio anual de cuatro proyectos por año reportados y finalizados, como parte del fiel compromiso en retribuir a la sociedad los conocimientos que se desarrollan en la especialidad. Esta actividad se realiza con estudiantes de los últimos años de estudio y el acompañamiento de sus docentes especializados en Ingeniería Biomédica.

Por otro lado, tenemos una vinculación muy fuerte y fluida con empresas privadas que desarrollan técnicas ingenieriles Biomédicas en diferentes especialidades, con los cuales se poseen relaciones de coordinación de prácticas profesionales de nuestros estudiantes de últimos años de Ingeniería y Técnico en Ingeniería Biomédica. Así mismo, nos prestan cooperación en eventos extracurriculares como son las conferencias técnicas, participación en los congresos de ingeniería que se organizan en la UDB y apoyo con tecnologías donadas para actividades

académicas en los laboratorios especializados de Ingeniería Biomédica que posee la Universidad. Cabe mencionar que solo en el sector privado de El Salvador y la región Centroamericana, se posee un 56.9% de nuestros graduados de Ingeniería Biomédica trabajando en áreas de servicio técnico especializado, asesoría ingenieril y ventas, entre otras actividades administrativas.

Si bien a la fecha es satisfactorio el cumplimiento desarrollado, hay infinidad de necesidades que difícilmente se pueden llegar a cumplir, si el mismo sistema de salud nacional no logra remediar las deficiencias que posee dado el bajo perfil de muchos de sus profesionales empíricos en técnicas ingenieriles biomédicas que mantienen una imagen dentro de dicho esquema muy deficiente a pesar de su experiencia técnica. Dicha situación afecta a la falta de propuestas y normas que logren incorporar a más biomédicos especializados en Ingeniería y Técnico en Ingeniería Biomédica que perfila la Universidad. Este punto es demostrable por los datos estadísticos y los históricos de la especialidad que se llevan dentro de la Escuela de Ingeniería Biomédica de la UDB, en donde solo un 11.25% de los graduados de Biomédica de la UDB trabajan en el sistema nacional de salud<sup>10</sup>, en áreas de servicio técnico Biomédico u administrativas, versus un 56.9% ubicados en la empresa privada de nuestro país y región Centroamericana<sup>11</sup> vinculada a la Ingeniería Biomédica en labores de servicio técnico, asesoría y ventas de tecnologías médicas.

Cabe mencionar que a la fecha se tiene conocimiento de docenas de empresas privadas que distribuyen y comercializan tecnologías médicas en diferentes rubros y especialidades y que las mismas son actualmente el referente principal de posicionamiento de la mayoría de

10: Incluye solo las redes del ISSS, MSPAS y Hospital Militar.

11: Datos estadísticos de la Escuela de Biomédica de la UDB hasta junio 2012.

Documento de Control de Graduados de Escuela de Biomédica. Incluye a los que laboran en empresa privada en El Salvador más los que trabajan en empresa privada o instituciones vinculadas a proyectos de salud u biomédica en Centroamérica que representan un 7.5% solo en la región.



nuestros graduados. Por tanto, es preocupante que sistemas médicos de gran envergadura como el Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS) y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), aún no tengan entre sus recursos humanos especializados una cantidad considerable de profesionales en Ingeniería y Técnico en Ingeniería Biomédica trabajando en áreas técnicas de Ingeniería Clínica, áreas de Planificación y de asesoría, y que no cambien los perfiles de contratación de recursos para dichas áreas, ya que aún colocan en competencia a profesionales de otras ingenierías en labores que son del perfil de un Ingeniero u Técnico Biomédico.

Finalmente, se expone que el 31.85% de los graduados de ingeniería Biomédica, están desarrollando actividades profesionales vinculados o no a su especialización fuera y dentro del país; otros, en estudios superiores de postgrado en el extranjero (1.9%) y un pequeño porcentaje aún está pendiente de tener la oportunidad de laborar por diferentes motivos personales.

### III. Futuro de la Ingeniería Biomédica en El Salvador

A pesar de que la Ingeniería Biomédica ha tenido un desarrollo impresionante a nivel mundial, en nuestro país las propuestas actuales para suplir profesionales en áreas de Gestión de Tecnologías Médicas son deficientes. El desarrollo es aún incipiente por ejemplo, en el sector de redes hospitalarias a nivel nacional. Falta potenciar mucho la investigación técnica-científica que busque beneficios en costos y procedimientos seguros, eficientes y rápidos, tanto en diagnóstico como en tratamiento y rehabilitación. Es por ello que hay que buscar nuevas fuentes de oportunidades en donde se logre potenciar este esfuerzo, que puede ir desde convenios con Universidades que buscan desarrollar los mismos objetivos que nos proponemos, o lograr tener respaldo gubernamental a través de proyectos con las ONG instalados dentro o fuera de nuestro país, vinculadas en el mejoramiento del sistema de salud, innovando desde diferentes formas los avances de aplicaciones médicas a las cuales nuestro perfil profesional debe ser siempre orientado.

Por otro lado, si bien se posee un 16.6% de profesionales con estudios de postgrado, en Maestrías y Doctorados, solo apenas un 4.3% son con estudios de formación en Ingeniería Biomédica a nivel de Máster y un 1.25% en Doctorado en Ingeniería Biomédica. Esto indica un déficit muy elevado de falta de profesionalización académica superior de nuestros graduados en la especialidad y es un reto para la UDB llevarlo a un nivel más competitivo y óptimo, para lograr desarrollo tecnológico en el país y la región.

Además, podemos encontrar que existen estudios y análisis internacionales en internet en el que señalan a la Ingeniería Biomédica como un programa de estudios de proyección a futuro, dado el auge mundial en la "salud", aplicando nuevas tecnologías que optimizan los procesos de diagnóstico y tratamiento. Lo que hace necesario ir profesionalizando recursos humanos para suplir la demanda de estos recursos técnicos. Por lo anterior, debemos ir fortaleciendo en nuestro país las tendencias de desarrollo Biomédico/Médico que estén más al alcance de nuestra realidad, de manera de incluir mercados vecinos como Guatemala, Honduras y Nicaragua, regionalizando así la especialidad, y colocando nuestras fortalezas al servicio de la salud en general.

También es necesario verificar la historia y avance de la medicina en nuestro país y región en el sentido de buscar mayor vinculación con la misma ya que hay que recordar que la Ingeniería Biomédica surge precisamente de las necesidades de curar y tratar la enfermedad que clínicamente verifican los médicos. Por lo que es un reto para nuestra especialidad no solo proveer de profesionales de gran nivel en Ingeniería Clínica u otros perfiles técnicos e ingenieriles biomédicos para el soporte de la tecnología, sino evidenciar necesidades en la medicina que conlleven nuevas propuestas académicas futuras a corto y mediano plazo. Hay que lograr establecer en sus competencias, soluciones innovadoras a bajo costo, seguras y óptimas para cada proceso clínico que se desee implementar bajo nuestras realidades, buscando notablemente bajo la asesoría e investigación esos recursos que logren dar siempre un soporte a la aplicación de la medicina; por lo que hay que potenciar la

Informática Médica, la Ingeniería de la Rehabilitación, la Instrumentación Médica, y muchas otras especialidades más de la Ingeniería Biomédica en base a análisis técnicos con profesionales vinculados, graduados y empresas e instituciones que contratan este tipo de profesionales; son retos que están dentro de nuestras posibilidades ampliar su desarrollo para el bienestar de nuestra sociedad y región.

Finalmente, se considera que el establecimiento de planes de estudio en Ingeniería Biomédica con fortalecimiento excesivo en Ingeniería Clínica deben de ir dejando espacio a nuevas alternativas de estudio ingenieril biomédico más innovadoras, dado el número de graduados a la fecha en Ingeniería Biomédica en la UDB con alto perfil ingenieril-clínico. Es por ello necesario crear nuevas alternativas que estén más vinculados en el desarrollo y avance de la medicina que se practica en nuestro país para ir formulando paralelamente propuestas técnicas e ingenieriles en las prácticas de rehabilitación, diagnóstico y tratamiento médico según nuestras realidades. Por lo que los conocimientos más amplios en informática, modelado y diseño deberán contemplarse. Planes de estudio como la propuesta en Técnico en Ingeniería Biomédica serán siempre lo mejor para la demanda de soporte tecnológico de la red hospitalaria; por lo que hay que fortalecer más las competencias de las habilidades y destrezas en electrónica, electricidad y mecánica necesarias para dicho fin.

#### IV. Discusión

¿Cuál será el futuro de la Ingeniería Biomédica en nuestro país en base a la historia de las Técnicas Biomédicas y la medicina en El Salvador?

Con un mercado laboral tan saturado y complicado, con profesionales de carreras clásicas formados por tantas Universidades, sería una buena opción optar por programas innovadores en nuestro sistema profesional.

La Ingeniería Biomédica, académicamente hablando, en nuestro país tiene un desarrollo de más de 20 años y apoya al sistema hospitalario

con conocimientos científicos y tecnológicos, desarrollados a través de la educación técnica e ingenieril, la experiencia profesional en el ambiente del cuidado de la salud y un apoyo fuerte a la actividad clínica. Actualmente, se poseen excelentes antecedentes en el desarrollo, necesitamos una revalorización de lo efectuado a la fecha en los planes de estudio actuales y buscar nuevos enfoques ingenieriles biomédicos según en nuestro país y región. Ya que la medicina va avanzando y cambiando su forma de diagnosticar, curar y rehabilitar. El perfil ingenieril y técnico Biomédico actual debe revisar y apoyar en base a las distintas condiciones, que el sistema actual posee, las normativas de aplicación de Ingeniería Clínica e Ingeniería Biomédica en nuestra región y país. Dichas normativas limitan el que hacer de nuestros profesionales y nos ponen en competencia con otras especialidades que invaden las oportunidades y competencias de nuestros Ingenieros y Técnicos en Ingeniería Biomédica por falta de reglamentación clara. El sistema público de salud es el mejor ejemplo, seguido del ISSS y otras entidades de servicio clínico público y privado.

No cabe duda que a medida vamos creciendo en infraestructura tecnológica para curar, diagnosticar males y rehabilitar enfermedades, el rol de nuestra especialidad académica de grado en Biomédica irá creciendo en base a la demanda y necesidad de mantener calidad de servicio clínico, cumplimiento de estándares, normas de cobertura de salud, y revisión de procedimientos que busquen eficientizar la tecnología que poseemos a disposición, sí como la alta posibilidad de desarrollar tecnología biomédica en nuestro país.

La Ingeniería Biomédica que se estará desarrollando en los próximos años, estará ligada, en gran parte, a la evolución que el mismo sistema de salud demande en la Región Centroamericana. Por tanto, se debe exigir una preparación académica elevada para resolver problemas específicos del sistema de salud nacional y regional a medida la tecnología y las distintas técnicas de practicar medicina evolucionen y se transformen. Por lo anterior, se debe buscar el desarrollo y evaluación de métodos relacionados a los avances de las prácticas clínicas médicas desde muchos aspectos como los que tradicionalmente se han



desarrollado en el país. Así mismo, se incluye el plus de mejorar el perfil ingenieril biomédico en áreas relacionadas a la informática médica y la bioingeniería, en general. Se potencializan, abren e innovan las nuevas y novedosas prácticas de curación, rehabilitación, diagnóstico.

Por lo anterior, no me cabe duda que se debe trabajar un nuevo perfil ingenieril Biomédico valorando para ello los siguientes puntos:

1. Perfil de ingreso
2. Perfil de egreso
3. Prácticas profesionales
4. Desarrollo de habilidades profesionales
5. Temáticas de énfasis en la Ingeniería Biomédica a nivel de grado
6. Cómo impartir mejores cursos especializados
7. Uso efectivo en educación de las TIC.
8. Materiales didácticos
9. Temas futuros de la Ingeniería Biomédica en nuestro país y región
10. La continuidad profesional en cursos de postgrado en el país o fuera de este.
11. Desarrollo de la investigación y la innovación ingenieril biomédica en la región.

Posiblemente, haya más que analizar según se abren nuevas perspectivas, nuevos criterios y necesidades en nuestro sistema de salud, como son las nuevas formas de aplicar la medicina en la región, y ese es el reto de los Ingenieros Biomédicos en próximos años.

## V. Agradecimientos

A los amigos profesionales en tan distinguida profesión que aportaron sus conocimientos desde sus actuales trabajos (público y privado). Así mismo, a los colegas de las diferentes instituciones que a lo largo de los años han participado activamente en el desarrollo de la aplicación técnica e ingenieril biomédica en nuestro sistema de salud.