

# Estado de la técnica y prospectiva de la Biomédica en El Salvador y la región centroamericana

Luis Roberto Barriere Ávalos<sup>1</sup>

## Resumen:

Es interesante evaluar y verificar el estado de la técnica actual de la Biomédica en nuestro país, y la región centroamericana en general, con respecto al apoyo a la salud que se le brinda a la población, desde el sistema hospitalario nacional (sistema de salud público, seguro social y privado, que en conjunto integran la capacidad instalada de todo sistema de salud nacional). Ello requiere no solo edificios, medicamentos, equipos, personal médico y de enfermería, sino también un soporte ingenieril y técnico para su mantenimiento óptimo y seguro con el personal de respaldo especializado en Biomédica (profesional o empírico). Lograr este objetivo requiere amplios conocimientos de Ingeniería Clínica, lo que permite poseer la habilidad de solucionar problemas específicos del área de salud, entre otros conocimientos de las ramas de la biomédica en general, teniendo como propósito salvaguardar las instalaciones, equipamiento e infraestructura de todos los centros hospitalarios. Por lo anterior nos preguntamos, ¿Es la Ingeniería Clínica el futuro de la Ingeniería Biomédica en El Salvador y Centroamérica?, ¿Debe la Biomédica orientarse a buscar soluciones médicas más allá que lo que la Ingeniería Clínica logra desarrollar, dado los avances de la medicina actual y el futuro que esta pueda tener en la región?

**Palabras clave:** sistemas de salud nacional, soporte ingenieril y técnico, biomédica, ingeniería clínica.

## Abstract

It is interesting to evaluate and verify the state of the art of Biomedical in our country, and the Central American region in general, with respect to health support that is offered to the population, from the national hospital system (public health system, social and private insurance, which together make up the installed capacity of all the national health system), which requires not only buildings, medical drugs, equipment, medical and nursing staff, but also an engineering and technical support for optimal and safe maintenance with the corresponding support from specialized biomedical staff (professional or empirical). Achieving this goal requires extensive knowledge of Clinical Engineering, allowing possess the ability to solve specific problems in the health area, including knowledge of the branches of biomedical in general, with the purpose to safeguard the facilities, equipment and infrastructure of all hospitals. Therefore we ask ourselves, Is Clinical Engineering the future of Biomedical Engineering in El Salvador and Central America?, Should Biomedical aim to find medical solutions beyond what the Clinical Engineering is able to develop, given the advances of modern medicine and the future that this may have on the region?

**Keywords:** National health systems, engineering and technical support, biomedical, clinical engineering.

---

1. El autor es Ingeniero Biomédico, Máster en Gestión de Energías Renovables, Director de la Escuela de Ingeniería Biomédica, de la Universidad Don Bosco, El Salvador.  
(luis.barriere@udb.edu.sv).

Fecha de recepción: 03/09/2012; Fecha de aceptación: 05/10/2012.

## 1. Introducción

La Biomédica a nivel académico inició su desarrollo en El Salvador a partir del año 1987, en la Universidad Don Bosco, quien inicio con un plan de estudios de cinco años de formación en Ingeniería Biomédica; luego de cuatro años se incorpora una nueva propuesta con otro plan académico de dos años denominado Técnico en Ingeniería Biomédica. En el año 2012, se presentó la primera cohorte de estudios de Maestría en Ingeniería Clínica en El Salvador, en el Campus de Postgrados de la Universidad Don Bosco, con el apoyo del Colegio Americano de Ingeniería Clínica; siendo la primera propuesta de postgrado a nivel Centroamericano en el rubro Biomédico, aplicado en la especialidad de la Ingeniería Clínica, la cual es la especialidad más destacada y demandada en progreso en la región.

A la fecha se han desarrollado más de cinco propuestas de actualización del plan de estudios de Ingeniería y Técnico en Biomédica en el país, siendo la última propuesta, el Plan de Estudios 2009-2014. Actualmente se poseen graduados del programa de Ingeniería Biomédica desde el año 1991, contabilizando 160 Ingenieros Biomédicos, y desde el año 1993 a la fecha se han graduado 104 Técnicos Biomédicos.

El programa de Ingeniería Biomédica actual responde a los requerimientos y necesidades de cualificación del profesional que demanda el sector laboral público y privado en salud en el área de aplicación de la Ingeniería Clínica, así como de otras áreas entre las que se pueden citar la Informática Médica y la Ingeniería de la Rehabilitación, desarrollándose las competencias necesarias para que se puedan desempeñar como elementos claves en las

organizaciones que los contratan, en áreas de servicio y mantenimiento biomédico, gestión de tecnologías médicas, rediseños tecnológicos, desarrollo e investigación, ventas de equipamiento y asesoría tecnológica en la medicina, usando los conocimientos de informática, electrónica, electromecánica y fisiología, entre otros, para solucionar los problemas apremiantes del campo de la salud<sup>2</sup>.

El término profesional de la Biomédica en nuestro país, y la región, es utilizado con diferentes expresiones que conllevan a un rol importante que estos desarrollan en los sistemas de salud. Algunos términos comúnmente utilizados son: Electrónica Médica, Bioingeniería, Ingeniero Hospitalario e Ingeniero Clínico; y a pesar de los diferentes términos mencionados todos desarrollan parte de la especialidad de la Biomédica, en cuanto al apoyo a las soluciones en sistemas hospitalarios, a nivel de gestión del mantenimiento y trabajo de servicio técnico hospitalario en mantenimiento, entre otros, como parte del rol esencial de la Ingeniería Clínica que se demanda.

Cabe mencionar que actualmente los sistemas nacionales de salud de la región centroamericana poseen un alto grado de profesionales empíricos en sus respectivos sistemas, y los pocos profesionales formados profesionalmente han sido capacitados fuera de sus respectivos países, tanto a nivel ingenieril como técnico, llegando a un nivel de empirismo muy cercano al 100%<sup>3</sup>. En el caso de El Salvador, Costa Rica y Panamá, aun existe un alto porcentaje de empirismo en el sistema, que ronda del 80 al 90%<sup>4</sup>.

En la región centroamericana se poseen ocho programas académicos de la especialidad Biomédica en diferentes niveles, según la Tabla 1, actualizada hasta junio 2012.

2. Autoestudio Ingeniería Biomédica (UDB), septiembre de 2010.

3. Según estudios de GTZ, EWH, OPS y JICA (apoyo Japonés) que fomenta la Ingeniería Clínica en proyectos de mantenimiento hospitalario en la región. Países como Guatemala, Honduras y Nicaragua han logrado establecer capacitaciones técnicas por falta de recursos académicos propios, proyectos de capacitación para minimizar el problema.

4. Datos del Ministerio de Salud Nacional de El Salvador. Departamento de Mantenimiento Central, consulta a profesionales Costarricenses y Panameños ligados en el campo Biomédico.

**Tabla 1.** Programas académicos de la especialidad Biomédica en la región centroamericana.

PAÍS	AÑO DE INICIO	INSTITUCIÓN	TIPO DE PLAN DE ESTUDIOS	CARACTERÍSTICAS
El Salvador	1987	Universidad Don Bosco - UDB (Privada sin fines de lucro)	Ingeniería Biomédica	Plan de estudios de cinco años, con 47 asignaturas y 170 U.V.
El Salvador	1991	Universidad Don Bosco - UDB (Privada sin fines de lucro)	Técnico en Ingeniería Biomédica	Plan de estudios de dos años, con 21 asignaturas y 73 U.V.
El Salvador	2011	Universidad Don Bosco - UDB (Privada sin fines de lucro)	Maestría en Ingeniería Clínica	Plan de estudios de dos años, con 15 asignaturas y 64 U.V.
Guatemala	2010	Universidad San Carlos de Guatemala - USAC (Pública)	Postgrado en Administración y Mantenimiento Hospitalario (Diplomado)	Plan de estudios de un año, 10 asignaturas y 30 créditos.
Honduras	2006	Universidad Tecnológica Centroamericana - UNITEC (Privada)	Ingeniería Biomédica	Plan de estudios de cuatro años y medio, con 64 asignaturas y 210 U.V.
Costa Rica	1997	Universidad Latina de Costa Rica - ULATINA (Privada)	Bachillerato en Ingeniería en Electromedicina	Plan de estudios de dos años y medio, con 35 asignaturas y con un total de 134 créditos.
Panamá	1999	Universidad Latina de Panamá - ULAT (Privada)	Licenciatura en Ingeniería Biomédica	Plan de estudios de cinco años, con 55 asignaturas y con un total de 222 créditos.
Panamá	2004	Universidad Especializada de las Américas - UDELAS (Pública)	Licenciatura en Biomédica con Especialización en Electrónica Médica con salida lateral después de dos años y medio como Técnico Biomédico	Plan de estudios de cuatro años y medio, con 63 asignaturas y con un total de 199 créditos.

Fuente: Datos tomados en sitios web de cada institución universitaria y consultas a coordinadores de carrera de cada universidad mencionada.

Según los datos mostrados en la Tabla 1, y los contenidos de los diferentes planes de estudio que pueden verificarse en los sitios web de cada centro de estudios superior de la región, que poseen planes de estudio en Biomédica, estos se centran en desarrollar en gran medida la Ingeniería Clínica, desde todos sus aspectos técnicos e ingenieriles, hasta en menor grado áreas de conocimiento en Informática Médica, Instrumentación Médica, Imagenología, Ingeniería de la Rehabilitación, entre otras especialidades de la Biomédica.

Este factor común denota la gran demanda regional de profesionales especializados en gestionar tecnologías médicas en ámbitos clínicos-hospitalarios, en todos sus rubros, a pesar de los adelantos tecnológicos y

las nuevas tendencias que la Biomédica experimenta en otros países fuera de la región, tales como la Biotecnología, Nanomedicina, Imagenología, entre otras especialidades que aun no se logran establecer en nuestra región, pero que en países como México, Colombia, Brasil, Argentina, entre otros países latinoamericanos, ya inician desarrollos.

## 2. Antecedentes

Es interesante encontrar en muchos sitios web de los Ministerios de Salud de la región información relacionada a la historia de la medicina, al punto de evidenciar en base a relatos la evolución que ha tenido a nivel hospitalario en más de 100 años de historia<sup>5</sup>.

5. Según el URL <http://compumedicina.com/historia/>; así como la historia de la medicina citada de cada página web de los Ministerios de Salud de los países de la región centroamericana.

Recordemos que los centros de atención hospitalaria iniciaron como simples sanatorios casi improvisados en iglesias y conventos, hasta llegar al concepto de un hospital en donde se referían y atendían a los enfermos para proporcionarles no solo curación, sino diagnóstico y tratamiento, según lo necesitaban y en base a los conocimientos tecnológicos de cada época. En más de 100 años de desarrollo de los hospitales en Centroamérica estos han evolucionado a complejos centros en los cuales se pueden encontrar una variedad de aplicaciones, normativas, procesos clínicos, desarrollos técnicos e ingenieriles, así como una gran gama de profesionales que en conjunto velan por el principal objetivo, “la curación y restablecimiento del paciente”.

Esto ha llevado a que los métodos de diagnóstico y tratamiento también evolucionen buscando mayor

efectividad en la solución que se propone clínicamente, a bajos costos y alto grado de probabilidad de curación y rehabilitación.

La Biomédica en El Salvador está poco a poco logrando desplazar el empirismo que ha predominado aun a la fecha. Históricamente la Biomédica se ha relacionado directamente con las enfermedades que son atendidas por la Medicina, por lo que la especialización tiende a cambiar en base al versátil modo de las enfermedades que nuestras sociedades padecen y que en base a ese antecedente se buscan métodos y tecnologías para tratarse y curarse. Este es el mayor reto que poseemos para evolucionar nuevas propuestas que vayan acorde a las competencias que se deben desarrollar entre nuestros Biomédicos; en casos particulares como las enfermedades pulmonares, cardíacas, cáncer, entre otras (ver Tabla 2).

**Tabla 2.** Cuadro de enfermedades comunes en Centroamérica, según la OMS, 2011.

Primeras 3 enfermedades mayormente tratadas	País	Conclusiones
Enfermedades Respiratorias	El Salvador	El nivel de atención primaria es muy superior en países como Costa Rica y Nicaragua, según OMS, pero hay mucha similitud de tratamientos brindados en los diferentes sistemas de salud del área Centro Americana. A nivel de infraestructura tecnológica biomédica, Nicaragua y Honduras tienen retraso en comparación al resto de países del área.
Enfermedades Cardíacas		
Enfermedades Gástricas		
Enfermedades Respiratorias	Guatemala	
Enfermedades Cardíacas		
Malaria		
Enfermedades Cardiovasculares	Honduras	
Tumores y Cáncer		
Enfermedades Respiratorias		
Enfermedades Respiratorias	Nicaragua	
Enfermedades Cardíacas		
Diabetes		
Enfermedades Cardíacas	Costa Rica	
Tumores y Cáncer		
Enfermedades Respiratorias		
Enfermedades Cerebrovasculares	Panamá	
Enfermedades Cardíacas		
Diabetes		

Fuente: Datos de la Organización Mundial de la Salud - OMS ([www.paho.org/](http://www.paho.org/)).

Por otro lado, la demanda de salud en la región no logra satisfacer las necesidades que los centros de salud prestan, en gran parte dada las políticas instituidas en cada país, que no favorecen al desarrollo de la medicina preventiva (con excepción de Nicaragua y Costa Rica que poseen planes de salud preventiva muy respaldados<sup>6</sup>).

Por lo anterior se presenta en la Tabla 3, las estructuras de los sistemas de salud de la región, para tener una mayor visión de cómo está constituida y valorar otros aspectos relacionados al campo de la Biomédica, en especial al mayor desarrollo en la región, la Ingeniería Clínica.

**Tabla 3.** Cuadro comparativo de la composición de los sistemas de salud nacional por hospitales y camas hospitalarias en la región Centroamericana.

PAÍS	Cantidad de Hospitales <sup>7</sup> y Clínicas Hosp. (públicos, seguro social y privados)	Población (dato al 2009)	Índice de densidad de camas x 1000 habitantes	Camas por país aproximado
Guatemala	155	13,824,463	0.6	8,295
Honduras	62	8,143,564	0.8	6,515
El Salvador	82	6,071,774	1.1	6,679
Nicaragua	61	5,666,301	0.9	5,100
Costa Rica	42	4,658,887	1.2	5,590
Panamá	63	3,460,462	2.2	7,613
Toda la región C.A.	465 Aproximado	41,825,451	-	39,792

Fuente: Datos obtenidos de páginas web de los diferentes Ministerios de Salud de cada país, consulta electrónica de cada país (sistema de base de datos telefónico del internet) y los indicadores que presenta la OPS por cada país<sup>8</sup>. La Organización Mundial de Salud establece que cada hospital tenga una zona de influencia de 150,000 habitantes pero en este caso particular la mayoría no cumple dicha recomendación, más aun cuando están muy concentrados en las ciudades principales de cada país y gran parte del volumen de clínicas hospitalarias (sobre todo los privados) son de baja envergadura de atención, comparados con los sistemas públicos y seguros sociales.

Al analizar la Tabla 3, da pauta a dimensionar la cantidad de recursos tecnológicos que se encuentran en toda la región, en equipamiento, mobiliario e infraestructura, así como la necesidad de cobertura del mismo por parte de personal especializado en el área Biomédica.

Citando el libro técnico de sistemas hospitalarios “Hospitales de Seguridad Social”, de Enrique Yáñez, en el cual se establece que por cada 100 camas hospitalarias se necesitan por normativa, diseño y experiencias técnicas, un ingeniero biomédico y dos técnicos biomédicos en sistemas hospitalarios; situación que hoy en día no se cumple en nuestro país y la región por falta de recursos humanos

especializados y falta de normativas claras aplicables en cada país<sup>9</sup>.

Para el caso específico de El Salvador si bien se tiene una red con más de 6,679 camas, que demandarían trabajo de ingeniería clínica a más de 60 profesionales en Ingeniería Biomédica solo se tiene conocimiento de laborar en dichas estructuras no más de 6 ingenieros en toda la red nacional en funciones típicas de Ingeniería Clínica y unos 10 técnicos profesionalizados en el mismo rubro.

El resto de profesionales empíricos Biomédicos se aproxima a nivel nacional a unos 120 recursos entre técnicos e ingenieros, pertenecientes a otras

6. Páginas web de los Ministerios de Salud de cada país y/o Caja del Seguro Social (datos de OPS).

7. El campo “Cantidad de Hospitales” representa a toda la gama de redes de centros hospitalarios de cada país, esto incluye: red pública, red del seguro social, sanidad militar, ONG´s, hospitales privados y cajas de seguro social, Policlínicas, para el caso de Costa Rica y Panamá, que están organizados en cada país de la región; sean estos de segundo y tercer nivel de atención.

8. Datos comparados en sitio web: <http://www.indexmundi.com/>, para mayor referencia y respaldo, así como datos de OPS.

9. Con excepción de Costa Rica en aplicaciones normativas de Ingeniería Clínica en la Caja del Seguro Social.

especialidades de la ingeniería y ramas técnicas, que por necesidad personal e institucional se encuentran laborando en dichos centros de salud nacional, públicos o privados, sin mayores proyectos de profesionalizarlos.

En cuanto a la región centroamericana las necesidades de cobertura según normas internacionales de Ingeniería Clínica<sup>10</sup> estarían alrededor de casi 400 ingenieros y 800 técnicos para cubrir solo la demanda de los hospitales de la red, desde el sistema nacional de salud en general; sin tomar en cuenta que los Biomédicos pueden también ejercer otras labores fuera de este tipo de ambientes, en empresas privadas que venden servicios de mantenimiento, venta e instalación de tecnologías médicas, asesoría y consultoría, investigación, desarrollo tecnológico, entre otros, y que representan una demanda mucho mayor de profesionales Biomédicos que necesitarían las redes hospitalarias.

Por otro lado, países como Guatemala, Nicaragua y Honduras, aun no poseen profesionales laborando en estos centros hospitalarios de manera profesional con procedencia académica en Biomédica, por lo que gran parte de su infraestructura y recurso tecnológico está en manos de personal profesional empírico, formado en base a la experiencia laboral, capacitaciones que las mismas instituciones han gestionado para tecnificar mejor a dichos recursos, o personal que de una u otra forma ha logrado capacitarse con seminarios, capacitaciones de marcas que se adquieren en el mercado local, entre otras oportunidades de formación, fuera y dentro de sus países.

Países como Costa Rica y Panamá, poseen condiciones similares (en un valor menor en cantidad de recursos humanos que El Salvador), pero con la ventaja de tener sistemas de salud mejor organizados y normados en el cumplimiento de estándares que optimizan y hacen más eficiente al sistema de salud, en la parte de servicios hospitalarios y servicios de mantenimiento hospitalario (hay que recordar que en esos dos países hay una venta internacional de la medicina que se práctica como el “turismo médico o en salud”).

Hoy en día este punto debe ser considerado dado el auge de los avances tecnológicos y la responsabilidad que esto representa en la gestión del mantenimiento de los equipos médicos de cada país, que cada vez adquieren tecnologías más sofisticadas en áreas de imagenología, informática médica, laboratorios clínicos, radioterapia, entre otros.

Por otra parte, si bien existen propuestas académicas que van respondiendo a la demanda de profesionalizar recursos en Biomédica en la región, los costos para obtener esta especialización son también a considerar ya que no toda la población de la región tiene acceso a los mismos, por costos de ubicación geográfica, diferentes situaciones socio-económicas, culturales y académicas, que inciden en cierta forma de la toma de decisión de especializarse en áreas Biomédicas.

La Tabla 4, brinda un parámetro del acceso al estudio en la región, el cual, como se mencionó en los primeros apartados de este artículo, tiene referencias de desarrollo académico a nivel regional desde 1987, en El Salvador, a nivel de Ingeniería Biomédica.

---

10. ISO, ANSI, IEC Americana, IEC Europea, NTC, RETIE, Normas de Bioseguridad, entre otras.

**Tabla 4.** Datos comparativos de costos vinculados al estudio de cada una de las propuestas académicas que se desarrollan en la región Centroamericana.

PAÍS	Institución	Tipo de Estudios Académicos	Rango de costos total del estudio aprox. (dato 2012) Monto dólares americanos	Cantidad aproximada de profesionales graduados a la fecha en el país
Guatemala	USAC	Postgrado en Administración y Mantenimiento Hospitalario	\$1,600.00 por un año de estudio	40 graduados <sup>11</sup>
Honduras	UNITEC	Ingeniería Biomédica	\$23,600.00 por cuatro años y medio de estudio	4 graduados
El Salvador	UDB	Técnico en Ingeniería Biomédica	\$1,912.00 por dos años de estudio	104 graduados
	UDB	Ingeniería Biomédica	\$6,594.00 por cinco años de estudio	160 graduados
	UDB	Maestría en Ingeniería Clínica	\$5,800.00 por dos años de estudio	Sin graduados a la fecha
Nicaragua	---	Sin propuestas	---	0
Costa Rica	ULATINA	Bachillerato en Ingeniería en Electromedicina	\$9,750.00 por dos años y medio de estudio	270 graduados.
Panamá	UDELAS (Única Universidad Pública que ofrece un programa de Biomédica en la región C.A.)	Licenciatura en Biomédica con Especialización en Electrónica Médica y con salida lateral de Técnico Biomédico	\$2,242.00 por cuatro años y medio, como Licenciado, y por dos años y medio Técnico por salida lateral	158 graduados con Licenciatura y 22 Técnicos
	ULAT	Licenciatura en Ingeniería Biomédica	\$25,250.00 por cinco años de estudio	70 graduados

Nota: Se estima a la fecha un promedio de 164 Ingenieros y 228 Licenciados Biomédicos graduados entre El Salvador, Honduras y Panamá, así como un estimado de 396 técnicos biomédicos en toda la región, entre El Salvador, Costa Rica y Panamá<sup>12</sup>.

Tomando como referencia las estadísticas de posición laboral de los graduados de Ingeniería Biomédica y Técnico en Ingeniería Biomédica de la UDB, un 11.25% trabaja como ingenieros o técnicos Clínicos en las redes hospitalarias de El Salvador, un 22.3% viven fuera del país, unos por oportunidades laborales en áreas afines a la Biomédica (dentro y fuera de la región centroamericana) y otros por estudios de postgrado; de este 22.3% mencionado, casi la tercera

parte radica en la región centroamericana (7.5%) teniendo mayor presencia en Guatemala.

Un dato relevante es que del 100% de graduados de Ingeniería Biomédica (160), un 49.4% trabaja en El Salvador en empresas privadas que brindan servicios de mantenimiento, venta e instalación de equipos, consultoría, entre otros<sup>13</sup>, siendo este dato cuatro veces más grande que la demanda cubierta

11. Profesionales en Medicina e Ingenierías de otras especialidades (Diplomado de alto nivel) diplomado que ayuda a establecer mejor el rol de un administrador de mantenimiento en un hospital.

12. Fuentes de datos: <http://www.udelas.ac.pa/costos.html>, ex alumnos graduados de la Universidad Tecnológica de Centroamérica - UNITEC 2011, Administración Académica y Departamento de Proyección Social de la Universidad Don Bosco - UDB. Respuestas a consultas vía correo de parte de los Departamentos de Mercadeo, y de profesionales en el área Biomédica de Honduras, Guatemala, Costa Rica y Panamá.

13. Datos de control de graduados de la Escuela de Ingeniería Biomédica, UDB, Junio 2012.

en la red hospitalaria a la fecha. Las respuestas a esta diferencia pueden ser varias, entre las que figuran: bajos salarios en el sector de servicio técnico de las redes hospitalarias, no existe una normativa de selección de recursos humano biomédico especializado para las plazas a cubrir en ambientes de servicio técnico biomédico hospitalario (se permite aún el empirismo en las redes de salud); poco interés de los graduados por la falta de promoción de plazas en el sector hospitalario para los biomédicos de profesión, baja oportunidad de tener capacitación en el extranjero y poca oportunidad de hacer carrera profesional en el sector público, entre otros aspectos.

Si extrapolamos estos datos a toda la región, dada la demanda que se debería de cubrir en la red hospitalaria y empresas privadas que están en el rubro de la Biomédica, como las ventas, consultoría, investigación y desarrollo, entre otras áreas de especialización de la Biomédica que se están aperturando (Ingeniería de la Rehabilitación, Informática Médica, Diseño de Instrumentación Médica, entre otras); la necesidad actual estimada de Biomédicos especializados en aplicar la Ingeniería Clínica rondaría para toda la región en un aproximado de 1,000 Ingenieros y Licenciados enfocados en la aplicación de Ingeniería Clínica, y por lo menos 2,000 técnicos biomédicos<sup>14</sup>; teniendo por lo tanto un gran déficit en lograr cubrir la demanda actual<sup>15</sup> (cubierta en gran medida con profesionales empíricos y en cantidades debajo de la norma antes mencionada). Este dato es sin considerar otras demandas de profesionales en Biomédica que se deben cubrir para las otras áreas de especialización que posee la Biomédica en crecimiento y desarrollo, como las mencionadas anteriormente, que pueden revelar grandes expectativas de crecimiento regional, duplicando así los valores totales descritos y concluidos en este tema específicamente para profesionales de postgrado en Biomédica, el cual es bajísimo a la fecha (menos del 15% de los graduados de Ingeniería Biomédica en El Salvador, poseen estudios de postgrado).

Actualmente la inserción laboral de profesionales graduados de Ingeniería Biomédica de la UDB en la región puede distribuirse en: seis en Guatemala, uno en Honduras, uno en Nicaragua, dos en Costa Rica y dos en Panamá, lo que da en conjunto un 7.5% de nuestros graduados trabajando en la región, fuera de El Salvador.

Históricamente extranjeros que han estudiado nuestros programas de Biomédica, podemos mencionar: un guatemalteco, dos hondureños, una costarricense y cuatro panameños, de los cuales a la fecha solo dos panameños han concluido el plan de estudios de Ingeniería Biomédica y actualmente radican en su país de origen desempeñando la profesión (1.2%).

### 3. Resultados

La Biomédica, si bien inicio desde el año 1987 su profesionalización en El Salvador, es hasta en el año 1991, que se tienen los primeros graduados de la especialidad, teniendo un bajo indicador de graduación en los siguientes ocho años (un total de 18 graduados hasta el año 1999). Las necesidades de recurso humano especializado en Biomédica, permitieron que el sistema de salud nacional y privado, buscara en otros profesionales en ingeniería y áreas técnicas, soluciones a la demanda de brindar servicios de mantenimiento preventivo, correctivo e instalación de equipo médico con personal profesional empírico o que se especializaba con cursos y capacitaciones de marcas de equipamiento médico del mercado local o en el extranjero.

El conflicto armado de los años 80s también aceleró que organismos internacionales prepararan a muchos recursos técnicos en el área.

En El Salvador entre un 85% y 90% del personal que brinda servicios técnicos de mantenimiento y gerencia de servicios técnicos es personal empírico (técnicos e ingenieros de otras especialidades). A esta característica hay que sumarle otro problema en lo que respecta a los recursos humanos destinados

14. Considerando el criterio de administración del mantenimiento biomédico hospitalario, de que por cada 100 camas se necesitan un ingeniero biomédico y dos técnicos biomédicos (Enrique Yáñez); más la cobertura que hace el sector privado en la atención de servicios clínicos técnicos en diferentes rubros al sistema de salud.

15. Según los profesionales graduados en toda Centroamérica, versus la demanda en Ingeniería Clínica calculada en base a norma, se cubriría un 9.6% de la demanda, pero la realidad es que tan solo un 4% está laborando en dichas áreas, del total de graduados registrados según se investigó.



a las áreas de biomédica; estos son insuficientes de acuerdo a la cantidad adecuada de personal para desarrollar las actividades de Ingeniería Clínica, tomando de referencia la carga de equipamiento, que está ligada al servicio de nivel de atención<sup>16</sup>, entre otros factores y criterios ingenieriles de la especialidad Biomédica; rondando en El Salvador los 130 profesionales biomédicos entre empíricos, y graduados dentro de la red nacional de salud<sup>17</sup>; y casi el doble de profesionales (un aproximado de 150 profesionales) entre las instituciones privadas que brindan servicios al mismo sistema nacional de salud, entre ingenieros, técnicos, licenciados, entre otros, a la fecha en El Salvador<sup>18</sup>, con características de empirismo y gran parte graduados de Biomédica (49.4% de los graduados).

Si bien la presente investigación acerca de la Biomédica en El Salvador y la región ha sido enfocada en la parte laboral de mayor demanda y desarrollo (Ingeniería Clínica), las nuevas oportunidades del cambiante y acelerado desarrollo de la Biomédica a nivel mundial indican tendencias de desarrollo muy distal de lo que actualmente tenemos capacidad de desarrollar en la región (nanotecnología, biotecnología, entre otras especialidades).

A pesar de esto hay mucho aún que desarrollar en la Ingeniería Clínica en nuestra región y mientras el sistema de salud no salga de la política curativa y normalice su labor, será un campo muy demandante como hasta la fecha, pero lastimosamente de bajo perfil para nuestros graduados en Ingeniería por su baja remuneración y oportunidad laboral a la fecha.

Otro factor importante es que en todo estudio actual de profesiones con alta demanda mundial, la Biomédica está muy bien posicionada y si algo nos falta como institución para solventar la demanda, es presentar nuevas propuestas que llenen los vacíos de conocimiento que pueden tener ese gran porcentaje de profesionales empíricos (Diplomados de alta calidad, Maestría de Ingeniería Clínica, Congresos Internacionales de Biomédica, cursos especializados

de biomédica, entre otros tipos de oportunidades profesionales de desarrollo) y las nuevas demandas que surgen con la aceleración tecnológica en muchas otras áreas de desarrollo de la Biomédica que están más cerca de las facultades de nuestra institución.

Finalmente, si bien poseemos gran desempeño en la formación de profesionales Biomédicos en el área de la Ingeniería Clínica, es importante desarrollar otras alternativas de profesionalización de la Biomédica que están más factibles de mejorar a corto plazo como la “Informática Médica”, dado los recursos de la Academia CISCO que se poseen instalados en la Universidad y las fortalezas de la Facultad de Ingeniería en el área de informática y programación, así como la “Ingeniería de la Rehabilitación”, aprovechando la gran fortaleza existente en el programa de Ortesis y Prótesis que la UDB posee muy bien establecida a nivel mundial, con certificación internacional y las experiencias de desarrollo e investigación que a la fecha hemos logrado en conjunto en proyectos de cátedra, desarrollando tecnología para diagnóstico y tratamiento de bajo costo y fácil desarrollo.

Estas especialidades son una garantía a seguir estableciendo en la región, son pauta de desarrollo Biomédico que nos caracteriza como Universidad y que sumarían nuevas tendencias de desarrollo en investigación, academia y estudios de postgrado para la región.

En términos generales, nuestra especialidad si bien está muy distal de las necesidades que se deberían de cubrir en pos de la calidad de servicio médico, en lo concerniente a nuevos desarrollos técnicos, seguridad hacia el paciente, procesos clínicos más óptimos y de bajo costo; su desarrollo y aplicabilidad irá dando mayores oportunidades a todos nuestros graduados, por lo que es muy importante mantener un estándar de calidad académica a nivel nacional y regional, certificándonos y logrando mayor presencia en el sistema de salud nacional y asociaciones de profesionales biomédicos nacionales e internacionales.

16. Niveles de atención de segundo y tercer nivel hospitalario.

17. Supervisores y técnicos de Biomédica, así como jefes de Departamentos de Mantenimiento Hospitalario de hospitales públicos de segundo y tercer nivel de atención en El Salvador.

18. Estimado de Ingenieros, Técnicos y Licenciados que trabajan para empresa privada brindando servicios Biomédicos al sistema nacional de salud público y privado.

En fin tener mayor presencia y operatividad tanto nacional como internacional es nuestro reto para fortalecer y desarrollar otras áreas de la Biomédica muy importantes y beneficiosas para nuestra población.

#### 4. Discusión

Después de más de veinte años de desarrollo de la Biomédica en El Salvador y en Centroamérica encontramos para su discusión lo siguientes puntos:

- a) ¿Es la Ingeniería Clínica el futuro de la Ingeniería Biomédica en El Salvador y Centroamérica?
- b) ¿Debe la Biomédica orientarse a buscar soluciones medicas más haya que lo que la Ingeniería Clínica logra desarrollar dado los avances de la medicina actual y el futuro que esta pueda tener en la región?

No me cabe duda que la principal necesidad de muchas alternativas de planes de estudio biomédicas es el planteamiento orientado al soporte técnico e ingenieril del sistema de salud nacional de cada país (fuertes aplicaciones de Ingeniería Clínica), pero ¿qué pasa cuando al pasar de los años el perfil de nuestros graduados posee un plus mayor que dar solo soporte al sistema de salud?

Pues definitivamente la imagen formada y vendida al sistema de salud se vuelve solo técnica en soporte a la tecnología y en ese rubro se estanca la especialidad y no se valora la profesión por parte de nuestros pares médicos que ven en nosotros simples ingenieros-técnicos especializados. Esta figura hay que trabajar para revertirla mostrando las verdaderas capacidades en base a mostrar nuestras competencias en el área, así como la organización profesional que vele por verdaderos avances aplicativos tecnológicos desde diferentes especialidades de la Biomédica, lo que hace necesario e indispensable la especialización a niveles de postgrado para desarrollar aplicaciones de mayor impacto a nuestro sistema en áreas como Bioingeniería, Informática Médica, entre otras especialidades que a medida avanza la tecnología podamos dar respuesta a las necesidades del sistema, no solo nacional, sino regional, con investigaciones biomédicas propias a las necesidades de nuestra sociedad.

Si bien se poseen más de 700 profesionales Biomédicos en toda la región centroamericana (que en teoría es aún muy bajo para suplir las verdaderas demandas del sector salud de la región a nivel de Ingeniería Clínica) las oportunidades de trabajo técnico e ingenieril cada día se hacen más escasas por la competencia que representan otras especialidades que se dedican a brindar también apoyo a la parte técnica del servicio de soporte tecnológico o ingenieril en lo que respecta la gestión de tecnologías médicas, lo que vuelve en muchas ocasiones para los Biomédicos un monto de salario de menor cuantía a la esperada al tener este tipo de competencia, ya que no hay normas que impidan a las empresas o instituciones de salud el contratar este tipo de recursos profesionales empíricos. Por otro lado está más que demostrado que el trabajo operativo es menor remunerado que el trabajo administrativo o más especializado.

Si bien países como el nuestro, Guatemala, Costa Rica y Panamá poseen mercados muy dinámicos en donde podemos encontrar a más de 50 empresas en cada país vendiendo y ofreciendo tecnologías Biomédicas, la realidad es que aún contratan con mayor frecuencia al profesional empírico por el bajo salario que estos demandan. Por otro lado, se evidencia en ciertos niveles competencia laboral entre técnicos e ingenieros biomédicos, dada la poca apertura de abrir verdaderas plazas de ingeniería por falta de conocimiento de las verdaderas competencias que se forman en los ingenieros biomédicos. En conclusión falta mucho por hacer notar de lo que es capaz un Ingeniero Biomédico para que encuentre un lugar digno e impactante en el sistema de salud.

Por otro lado, si bien la Ingeniería Clínica es necesaria en nuestros países, su aplicación es muy cerrada a la investigación e innovación Biomédica y dado los avances tecnológicos y las nuevas necesidades médicas es necesario ir orientando nuevas tendencias en los planes de estudio de grado o postgrado a corto y mediano plazo. Áreas como la Informática Médica, Imagenología y Simulación, entre otras sub-áreas de la Biomédica deben potencializarse a medida avanza la política de aplicación de salud preventiva y curativa en nuestros pueblos.

## 5. Conclusiones

a) Las ciencias Biomédicas se han vuelto más analíticas y con bases muy fundamentales en áreas multidisciplinarias que la vuelve una industria de vanguardia, cuyos beneficios solo estamos empezando a ver y a cosechar.

b) Los profesionales Biomédicos de hoy en día deben de entender cómo se están desarrollando las enfermedades y cómo afectan la función normal del cuerpo humano; por lo tanto debemos estar al día con las nuevas técnicas y métodos de diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades y su relevancia en la investigación o diagnósticos, por cuanto la compleja naturaleza multidisciplinaria de las ciencias Biomédicas requiere de una nueva sintonía a la investigación dirigida por la educación científica de nuestro país y la región. Para lograrlo necesitamos un cambio de mentalidad desde la academia y los sistemas de salud.

c) Definitivamente el rol del Ingeniero Biomédico, de perfil para el soporte tecnológico en nuestra región, deber ir evolucionando a un Biomédico más capaz de desarrollar investigación desde los objetivos que mayormente evalúe poder participar según sus competencias y oportunidades (según plan de estudios de cada país). Queda claro que nuestros sistemas regionales de salud están muy atrasados y necesitados de recursos especializados desde la Ingeniería Clínica, rama que aun en día puede ser cubierto con el recurso profesional que se desarrolla desde los planes técnicos, o aún el personal profesional empírico que bien o no, dada su experiencia cumple con un digno rol.

d) La imagen del Biomédico aún es muy visto por nuestros pares médicos como un “encargado de mantenimiento” situación que nos hace tener una regular imagen según el desenvolvimiento de cada profesional en las áreas hospitalarias. Recordemos que el perfil el ingeniero biomédico no es de operativo como el técnico biomédico, pero cae en la figura antes mencionada dada las oportunidades laborales en que se compiten hoy en día en sistemas de salud como el ISSS, Hospital Militar, empresas privadas, entre otros.

e) A medida los sistemas de salud de cada país de la región, las universidades que desarrollan biomédica, la empresa privada y organismos internacionales de apoyo se coordinen entre sí se podrá especular en un repunte de la Biomédica en nuestros países en vía de progreso tecnológico según nuestras verdaderas necesidades en la áreas de mayor oportunidad de desarrollo, utilizando siempre las bases biomédicas y de bioingeniería necesarias para lograr significativas innovaciones.

f) El apoyo académico entre las instituciones de educación superior que desarrollan biomédica en los diferentes países de la región debería de potencializarse. Aisladamente con el poco recurso que se posee en cada institución, difícilmente podremos desarrollar investigación de impacto, por lo tanto bajísimo desarrollo tecnológico. La unión y la planificación óptima de nuestros recursos en conjunto pueden brindar mejores efectos.

## 6. Referencias bibliográficas

Caja Costarricense del Seguro Social. *Anuario estadístico*, citado del portal web: [http://www.ccssa.cr/estadisticas\\_salud\\_docs](http://www.ccssa.cr/estadisticas_salud_docs), en agosto de 2012.

Universidad Especializada de las Américas (UDELAS). *Ingeniería en Biomédica con Especialización en Electrónica Médica*, citado del portal web: <http://www.udelas.ac.pa/index.php/inicio/licenciaturas/87-oferta-academica/151-ingenieria-en-biomedica-con-especializacion-en-electronica-medica>, en agosto de 2012.

Universidad CES. *Normas de Bioseguridad*, citado del portal web: <http://www.ces.edu.co/index.php/universidad-ces/gestion-humana/salud-ocupacional/normas-de-bioseguridad>, en agosto de 2012.

Universidad Don Bosco (2010). *Autoestudio Ingeniería Biomédica*, septiembre de 2010.

Yáñez, Enrique (1986). *Hospitales de Seguridad Social*, Editorial Limusa, ISBN 9 6 8 1 8 2 1 2 0 3 , 9789681821203.

**Cómo citar este artículo:**

BARRIERE, Luis Roberto. "Estado de la técnica y prospectiva de la Biomédica en El Salvador y la región centroamericana". Ing-novación. Revista semestral de ingeniería e innovación de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco. Diciembre de 2012 – Mayo de 2013, Año 3, No. 5. pp. 37-48. ISSN 2221-1136.