

## **LA GESTIÓN TECNOLÓGICA COMO PARTE INTEGRANTE DE LA ATENCIÓN EN SALUD (Profesionalización de la Ingeniería Clínica en Venezuela)**

*LUIS O. LARA ESTRELLA*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Gestión de Tecnologías en Salud. Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos  
Universidad Simón Bolívar

Recibido: febrero 2013

Recibido en forma final revisado: octubre 2013

### **RESUMEN**

A partir de la década de los años sesenta, las instituciones médico-asistenciales venezolanas han venido sufriendo un marcado y continuo deterioro en su funcionamiento, especialmente en lo referente a su infraestructura y equipamiento, tanto industrial como médico. Esto se debe, fundamentalmente, a la carencia de una política de gestión de tecnologías por parte de las autoridades del sector salud. El objetivo principal de este trabajo es proponer algunos lineamientos para el establecimiento de un Modelo de Gestión Tecnológica para el sector salud, a través de la implantación de la ingeniería clínica, que permita desarrollar el potencial de las organizaciones de salud a través de un mecanismo práctico y necesario. El artículo presenta una introducción general sobre los principios y conceptos de la gestión tecnológica y su interpretación en el marco de la gerencia hospitalaria. Se propone además un cambio en el paradigma de la actual administración hospitalaria y se incorporan nuevos conceptos que deben ser tomados en cuenta para el adecuado funcionamiento de dichas instituciones como es de la hotelería clínica. Se incluyen además los conceptos sobre los cuales se sustenta el postgrado en ingeniería clínica, necesario para formar los profesionales requeridos para la implementación de las propuestas aquí contenidas.

*Palabras clave:* Ingeniería clínica, Gestión tecnológica, Bioingeniería, Hotelería clínica, Gestión hospitalaria, Instituciones de salud, Seguridad hospitalaria.

## **TECHNOLOGY MANAGEMENT AS INTEGRAL PART OF THE HEALTH CARE SYSTEM (Professionalization of Clinical Engineering in Venezuela)**

### **ABSTRACT**

Since the sixties, Venezuelan medical-care institutions have been suffering a noticeable and continue deterioration in performance, especially in terms of infrastructure and equipment. This is mainly due to the lack of a Health Technologies Management (HTM) policy by the Health Authorities. The main objective of this paper is to propose some guidelines for the establishment of a Technology Management Model for the Health Sector, through the implementation of Clinical Engineering that allows developing the potential of healthcare organizations through a practical and necessary mechanism. This article presents a general introduction to the principles and concepts of Technology Management and its interpretation in the context of hospital management. This proposal suggests a paradigm shift from the current hospital management and incorporates new concepts such as the Clinical Hospitality that must be taken into consideration for the proper functioning of these institutions. Finally, the article includes the concepts that emphasize the importance of training professionals through the Post-graduate course in Clinical Engineering required for the implementation of the proposals contained in this document..

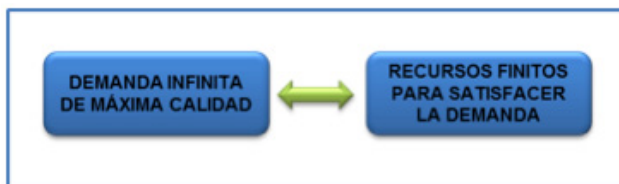
*Keywords:* Clinical engineering, Technology management, Bioengineering, Clinic hostelry, Hospital management, Health institutions, Hospital safety.

## INTRODUCCIÓN

Un sistema de salud es un ente constituido por diferentes subsistemas que se complementan unos con otros y que abarca el conjunto de recursos humanos, técnicos y de infraestructura que organizados sistemáticamente están al servicio de la promoción, mantenimiento y recuperación de la salud (CORDIPLAN-CONICIT, 1991). El complejo productor de servicios de salud tradicionalmente ha sido visto como un proceso material cuyo epicentro se coloca en el componente físico (hospital, consultorio, centro de salud, entre otros), el cual se comporta como el elemento “fábrica”. Desde esta concepción, la organización se concibe en forma lineal de producción: por un extremo ingresan insumos (recursos humanos, físicos, financieros, conocimientos, entre otros.), el sistema los ordena y combina para transformarlos en un objeto de uso o consumo (servicio de salud). Sin embargo, esta visión de sistema de salud, que favoreció la enfermedad sobre la salud, está dando paso a una nueva concepción basada en el desarrollo de programas establecidos de acuerdo con prioridades que aseguren una mayor eficiencia, eficacia y equidad. Ejemplo de ello, son los programas de atención primaria mediante el fortalecimiento de los sistemas locales de salud.

En Venezuela, sin embargo, prevalece aún la atención curativa sobre la preventiva y su sistema de salud gravita en mayor medida alrededor del hospital más que sobre el ambulatorio. Por esta razón y hasta tanto no se cambie este esquema, cualquier modelo gerencial en salud que se quiera establecer debe tomar en cuenta esta realidad y, por tanto, la gestión de equipos y tecnologías y la gerencia hospitalaria ocupan lugar relevante.

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta, es que todo análisis que se haga del Sistema de Salud, debe partir de la premisa de que el objetivo central de la prestación de los servicios de salud es asegurar la máxima calidad de atención al usuario. Por otra parte, es de suponer que la demanda por estos servicios es ilimitada, mientras los recursos disponibles son limitados (Figura 1).



*Figura 1. Diagrama relación demanda-recursos hospitalarios*

Es pues la contraposición de estos dos conceptos lo que determina la necesidad de una verdadera gerencia, es decir, la movilización efectiva y eficiente de todos los recursos que participan en la prestación de la atención en salud: recursos humanos, recursos tecnológicos y recursos financieros.

Sin embargo, en la mayoría de las instituciones de salud en Venezuela se observa: (a) falta de gerencia a todos los niveles de la organización; (b) la información no está bien organizada, lo que dificulta la toma de decisiones; (c) excesiva centralización, sobre todo en lo referente a la adquisición de materiales e insumos y la adquisición y mantenimiento de equipos médicos e industriales y (d) carencia de políticas de formación de recursos humanos y de selección de personal, lo que genera una burocracia innecesaria y en la cual entaba todos los procedimientos (Lara Estrella, 1991a)

En lo referente a la gestión tecnológica propiamente dicha, se observa una gran dependencia en equipos importados que en la mayoría de los casos no responden a las verdaderas necesidades o son adquiridos sin la debida evaluación en lo que a costo/beneficio, efectividad y seguridad se refiere. Aunado a esto, se observa que no hay políticas oficiales conducentes a incentivar la investigación que pueda dar lugar al desarrollo de tecnologías apropiadas, entendiéndose éstas como la tecnología que es pertinente para un marco técnico-socio-económico dado en un momento determinado; pues la tecnología es la que más contribuye a los aspectos sociales y económicos del desarrollo. Se basa el concepto en el supuesto de que al satisfacer las necesidades de salud, la tecnología debe orientarse hacia los problemas que deben resolverse y hacia las condiciones sociales imperantes; es decir, que debe ser científicamente sólida, aceptable para los que la aplican y para los que la utilizan, y económicamente al alcance del país (Lara Estrella, 1991b).

Otro aspecto importante es el control de las tecnologías a importar, esto con el fin de asegurar la existencia de representantes locales autorizados, la dotación de repuestos e insumos y el cumplimiento de las garantías. En Venezuela, a pesar de la existencia de una oficina de registro y control de equipos y material médico y paramédicos (antes OICEMP) adscrita a la Contraloría Sanitaria del Ministerio del Poder Popular para la Salud, sus resoluciones son poco tomadas en cuenta, además de que no cuenta con recursos humanos y presupuesto suficiente para realizar la labor encomendada. Por otra parte, la gestión intrahospitalaria de la tecnología no existe o es incipiente, y en donde la hay sólo se encarga del mantenimiento correctivo de los equipos, sin tomar en cuenta otros aspectos importantes como son: (a) la evaluación de las tecnologías; (b) el entrenamiento de los usuarios y

técnicos; (c) la recopilación de información técnica; y (d) el mantenimiento programado, entre otros. Lo anterior se debe fundamentalmente a que los hospitales y clínicas no cuentan con verdaderos departamentos de ingeniería, sino más bien con talleres no especializados. En la mayoría de los casos, el mantenimiento está a cargo de instancias centralizadas las cuales no conocen las verdaderas necesidades de una determinada institución y sus solicitudes deben esperar por una larga lista de prioridades, ya que los criterios de urgencia los impone la instancia central. Por otra parte, la mayoría del mantenimiento es contratado a empresas que generalmente no cuentan con personal especializado, y cuyas ofertas de servicio no son evaluadas desde un punto de vista técnico. Esta circunstancia incide dramáticamente en los costos de operación del hospital, el cual tiene que utilizar sus pocos recursos en la reparación de los equipos, los cuales en la mayoría de los casos no son reparados pues existen en el hospital demandas prioritarias para la adquisición de medicinas o alimentos, generándose así un cúmulo de “chatarra” que contribuye a la contaminación general del hospital (Lara Estrella, 1992).

En general, respecto a la conservación del equipamiento se observa: (a) Inexistencia de una política expresa de mantenimiento y conservación que asigne los recursos suficientes; (b) no se hace hincapié en los servicios al nivel local e intrahospitalario; (c) poca capacidad institucional para resolver el problema de mantenimiento; (d) falta de un subsistema nacional de ingeniería y mantenimiento definido por niveles de atención y grados de complejidad adscrito a los hospitales, lo cual se ha tratado de resolver mediante la creación de estructuras burocráticas paralelas que sólo contratan el mantenimiento, lo que presume una inversión importante de recursos económicos que de hecho no son asignados en cantidades suficientes y por tanto también estas instancias se paralizan por falta de presupuesto y recursos humanos; (e) falta de gerencia y administración de mantenimiento y de organización de servicio, supervisión y control, sistemas de información, logística y suministro de repuestos y materiales; (f) no hay programas de mantenimiento preventivo y si existen no son implementados por falta de presupuesto; (g) la diversidad de marcas o heterogeneidad de tecnologías en una misma institución dificulta la programación del mantenimiento y la adquisición de repuestos; y (h) no se dispone de información técnica para la evaluación del recursos físico ni de manuales, normas, sistemas, entre otros. Es dramática la carencia de recursos humanos especializados, dependiendo en la mayoría de los casos de personal empírico y de muy baja formación técnica y científica, los escasos ingenieros contratados en el sector no son especializados y la mayoría ocupan cargos burocráticos;

no existen programas continuos de capacitación al nivel de operarios, técnicos, técnicos medios y educación superior especializada; los pocos talleres que existen no responden a las necesidades reales ya que carecen de equipos modernos de diagnóstico de fallas y reparaciones, sobre todo no existen talleres especializados en equipos de electromedicina que en su gran mayoría funcionan basándose en sistemas computarizados; a pesar del cambio de tecnologías que se observa en el sector, los operarios no son reentrenados para operar de manera eficiente las nuevas tecnologías, lo que a su vez incide en acortar la vida útil de los equipos por mal uso o maltrato y sobre todo su calibración; el problema de la seguridad hospitalaria es sumamente grave, no hay control de la calidad de los servicios de atención de salud; no existen programas de recuperación de equipos los cuales se encuentran en gran cantidad en los sótanos de los hospitales formando rumas de chatarra que contribuyen a la insalubridad; no hay control de los inventarios del equipamiento los cuales frecuentemente se extravían o hurtan (Lara Estrella, 1992).

En relación con la utilización de las tecnologías en el área de la salud, tradicionalmente en Venezuela no se ha involucrado a la ingeniería en esta problemática, se tiene como un espectador lejano que es llamado cuando afloran las crisis y las emergencias. Ejemplo de ello es la forma como se maneja la problemática del mantenimiento. No existe por parte de las autoridades del sector salud una verdadera conciencia de la gestión tecnológica; y las instancias dentro del sector que tienen bajo su responsabilidad elaborar las políticas y ejecutar el mantenimiento, no han sido capaces de elaborar planes específicos que respondan a las verdaderas necesidades de estas instituciones, para convertirse en meros contratantes que invierten millones de bolívares en contratos no supervisados cuyos resultados no se corresponden a la inversión realizada (Goodman, 1991; Yadin & Jud, 1993).

Como se conoce bien, la prestación de los servicios de la atención a la salud en el ámbito hospitalario es cada día más dependiente de la tecnología. Toda esta moderna instrumentación médica utilizada en los centros de atención a la salud, es el producto de la interrelación entre la medicina y la ingeniería. En Venezuela no existe tradición de este tipo de relación entre ambas profesiones, excepto en contadas instituciones (USB, UCV, ULA, UNET, UNEFM) (Mora *et al.* 1987). Así pues, el objetivo de este trabajo es hacer planteamientos que puedan ser implementados en nuestras instituciones de salud y que son experiencia común en otras latitudes, y así sentar las bases para iniciar la profesionalización de la ingeniería dentro del sector salud.

## Definición de salud

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, salud no es sólo la ausencia de enfermedad, sino un estado de bienestar físico, mental y social. Esta definición hace de la salud una problemática de carácter multidisciplinaria, en la cual están involucradas, no sólo la medicina, sino muchas otras profesiones aliadas a ésta. Por otra parte, en la prestación de los servicios médico asistenciales influyen múltiples factores de tipo de recursos humanos, financieros, administrativos, tecnológicos, biológicos, entre otros, y que por razones de análisis se agruparon en: a) Factores médico-biológicos, b) Factores médico-administrativos y c) Factores médico-tecnológicos. Por analogía, un sistema de salud lo podemos subdividir en tres sub-sistemas: Sub-sistema médico-biológico, Sub-sistema médico-administrativo y Sub-sistema médico-tecnológico (Figura 2) y a cada sub-sistema le corresponden aspectos que le son particulares y que deben ser abordados por especialistas en cada disciplina (Tabla 1).



Figura 2. Divisiones del sistema de salud

Tabla 1. Actividad por especialidades

Aspectos Médico Biológicos	Aspectos Médico-Administrativos	Aspectos Médico-Tecnológicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cardiología</li> <li>• Oncología</li> <li>• Nutrición y metabolismo</li> <li>• Crecimiento y desarrollo</li> <li>• Farmacología y toxicología</li> <li>• Medicina de trabajo</li> <li>• Gereontología</li> <li>• Entre otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerencia hospitalaria</li> <li>• Informática médica</li> <li>• Desarrollo organizacional</li> <li>• Entre otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerencia tecnológica</li> <li>• Desarrollos de tecnologías</li> <li>• Sistemas de mantenimiento</li> <li>• Física médica</li> <li>• Imágenes</li> <li>• Seguridad biológica</li> <li>• Seguridad radiológica</li> <li>• Seguridad mecánica</li> <li>• Seguridad industrial</li> <li>• Entre otros</li> </ul>

Lo anterior explica en parte porque cada día los avances en el campo de las tecnologías médicas son más espectaculares y, por ende, equipos más sofisticados y costosos. Frecuentemente, en el desarrollo de estas tecnologías, se utilizan logros obtenidos dentro de las investigaciones de las ciencias físicas y la ingeniería, por lo que sus principios de funcionamiento, en muchos casos, están fuera del alcance de los profesionales de la medicina, quienes se convierten

Precisamente una de las grandes fallas del sistema de salud venezolano es que sus recursos humanos, en su mayoría, sólo cubren los aspectos biológicos, es decir médicos, bioanalistas, enfermeras, farmacéutas, entre otras, mientras otros profesionales como gerentes, administradores, ingenieros son sólo casuales y su presencia no influye en el desenvolvimiento del sistema.

## ¿Por qué los ingenieros deben involucrarse en la prestación de los servicios de atención a la salud?

De acuerdo a la Administración de Drogas y Alimentos (*Food and Drug Administration*, FDA por sus siglas en inglés), organismo que se encarga en los Estados Unidos del registro, control y certificación de los dispositivos médicos, en la actualidad existen más de 50.000 tipos diferentes de equipos médicos y cada año se agregan a este arsenal 5.000 nuevos productos. Todo esto es el resultado de una fuerte interrelación entre la ingeniería y la medicina que ha dado origen, en los países industrializados, a un gran complejo médico-industrial cuya producción alcanzó un mercado para 1990 por la cantidad de 62.500 millones de dólares, siendo esta la industria de mayor crecimiento proporcional y la que más porcentaje de sus ventas invierte en investigación y desarrollo.

en meros usuarios. Sin embargo, no es sólo lo sofisticado de algunos equipos lo que justifica la presencia del ingeniero en la medicina, es la diversidad de la Gestión Tecnológica: utilización, estudios de costo-beneficio, entrenamiento a los usuarios y técnicos encargados del mantenimiento, calibración, entre otros y, en general, la gestión de la tecnología en el medio hospitalario (Brinzino, 1992)

## Definición de Gestión Global de la Tecnología en Salud

Desde el momento cuando se gesta una nueva tecnología, hasta su disponibilidad en el mercado y posterior utilización, se recorren una serie de pasos en los cuales están involucrados muchos sectores. En primer lugar está todo el proceso de invención e investigación de un nuevo dispositivo, pasando luego a la producción e industrialización. Seguidamente el producto debe hacerse disponible en el mercado, para luego ser introducido en el centro de salud para su utilización. Una vez ubicado el dispositivo en un centro médico-asistencial recorre, durante su vida útil, un nuevo ciclo hasta su retiro del servicio (Lara Estrella, 1991b).

El conocimiento de cada uno de estos pasos es la clave para el establecimiento de políticas tendentes a la optimización, tanto de los servicios médico-asistenciales, como de todos aquellos sectores conexos involucrados, tales como investigación, desarrollo tecnológico, industrialización, mercadeo, entre otros.

Dado que en Venezuela no existe aún una visión global del problema de las tecnologías médicas y su conexión con la prestación de los servicios de salud, a continuación se propone un esquema el cual se denomina gestión global de la tecnología en salud y que se definió como el conjunto de todos los procesos de ingeniería y gerencia involucrados en la GENESIS y UTILIZACION de las tecnologías médicas; y todo ese complejo procesos de gestación y posterior utilización de cada uno de los dispositivos que constituyen el amplio arsenal de las tecnologías médicas modernas, se describirá mediante la acción de dos ciclos, el denominado “génesis de la tecnología biomédica” (Figura 3) y el “ciclo de vida del equipamiento médico” (Figura 4).

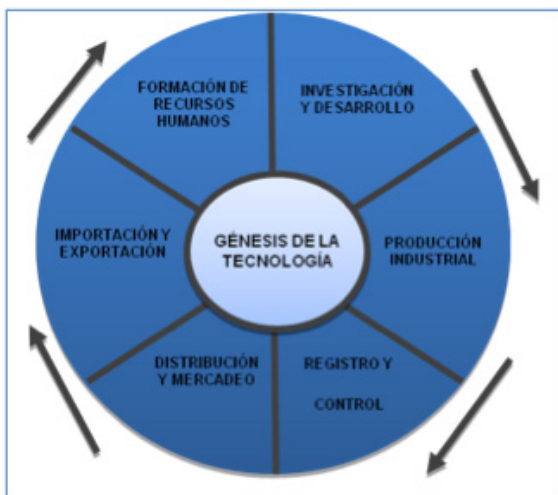


Figura 3. Génesis de la tecnología biomédica



Figura 4. Ciclo de vida del equipamiento médico

## Génesis de la Tecnología Biomédica

La génesis de las tecnologías utilizadas en el campo de la salud, se puede representar mediante el siguiente esquema: Dicho esquema incluye: investigación y desarrollo (I&D), producción e industrialización, registro, certificación y control, distribución y mercadeo, importación y exportación, y se incluye la formación de recursos humanos en el área de ingeniería biomédica.

## Gestión de la tecnología en el ámbito hospitalario:

Una vez que una determinada tecnología está disponible en el mercado, la misma debe ser incorporada a un servicio médico-asistencial con el fin de ser utilizada, iniciándose el “ciclo de vida del equipamiento médico”. Este ciclo es específico para cada tecnología médica, aunque en ocasiones se pueden incluir la infraestructura y los equipos de planta.

Los procesos descritos en este ciclo definen las principales funciones de la gestión de la tecnología en el ámbito hospitalario y que consta de los siguientes pasos: (a) Necesidad médica o política de salud, (b) Elaboración de especificaciones técnicas, (c) Evaluación y adquisición de la tecnología, (d) Recepción de la tecnología, inspección e instalación, (e) Entrenamiento a los usuarios y técnicos, (f) Mantenimiento y control de calidad, (g) Documentación técnica, (h) Reubicación o retiro del servicio, (i) y se incluye la formación de recursos humanos en el área de ingeniería clínica. En resumen, se define la Gestión Tecnológica como: *La suma de todos los procedimientos de Ingeniería y Gerencia, que aunados en una sola disciplina, la Ingeniería Clínica, aseguran el uso óptimo de todos los recursos tecnológicos con que cuenta una institución de salud (equipamiento médico, instalaciones industriales, redes de comunicación y planta física), velando a la vez por el confort y la seguridad de los pacientes y usuarios de la Institución (Hotelería Clínica).*

Es importante destacar que en la mayoría de los países desarrollados, ambos ciclos funcionan en perfecta coordinación; es decir, las necesidades de tecnologías requeridas por los centros médico-asistenciales son suplidas por el complejo médico-industrial, mientras los países en vías de desarrollo no han logrado una coordinación efectiva entre necesidades y disponibilidad de tecnologías apropiadas y en la mayoría de los casos las tecnologías deben ser importadas (García, 1992; Malagón-Londoño *et al.* 1996). Sin embargo, la utilización de una tecnología sin disponer de la infraestructura necesaria para su propia operación, como por ejemplo el mantenimiento, disponibilidad de repuestos y de recursos humanos especializados, hace del uso de esas tecnologías una carga sumamente onerosa que repercute en los altos costos de la prestación de los servicios de salud, haciéndola inasequible a la gran mayoría de la población o creando grandes presiones en los presupuestos de salud de estas naciones.

### Costo de una tecnología

Un aspecto que hay que destacar a la hora de la adquisición de un equipo médico son los verdaderos costos de la implantación de tal tecnología (Figura 5). Generalmente, los administradores sólo toman en cuenta el costo de adquisición sin tomar en cuenta los costos operativos. En ingeniería clínica tal situación se representa por el siguiente esquema:



Figura 5. Costos de implementación de tecnología médica

El costo aparente se representa por la parte visible de un iceberg, mientras la parte sumergida representan los costos de operación que incluyen entre otros, los insumos, el costo de la instalación, el mantenimiento, la infraestructura requerida, el personal profesional y técnico, entre otros.

Además, la mayoría de las tecnologías médicas están concebidas y diseñadas para satisfacer los requerimientos epidemiológicos de los países que las producen y que en

muchos casos difieren marcadamente de las necesidades reales de la mayoría de la población de los países del tercer mundo. Esto plantea la necesidad y posibilidad de desarrollo de tecnologías apropiadas en nuestros países.

De hecho, existen pocas experiencias en Venezuela (GBBA, CEBIO), pero la falta de una política integral en cuanto al desarrollo de tecnologías médicas no ha permitido la praxis de tales proyectos en toda su magnitud.

### Áreas de Ingeniería en el Ámbito Hospitalario

Tradicionalmente cuando en Venezuela se habla de mantenimiento hospitalario, generalmente el término es referido al mantenimiento de la infraestructura (Figura 6).

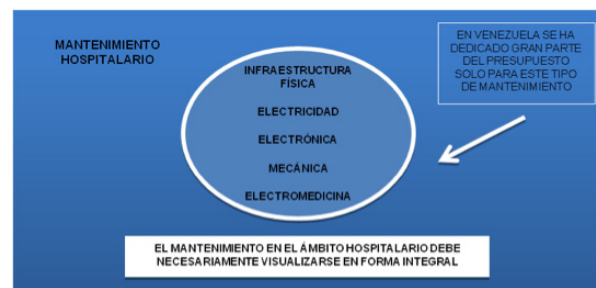


Figura 6. Mantenimiento en el ámbito hospitalario

Sin embargo, un análisis de las áreas de ingeniería involucradas en el ámbito hospitalario da como resultado lo presentado en la Tabla 2.

Todo este "hardware" constituye la gran mayoría de la instalación médico-asistencial y sus componentes tecnológicos van desde los más simples y rudimentarios y de bajo costo, hasta los más complejos y sofisticadas y de altos costos. Para su propio funcionamiento toda esta gama de tecnologías debe ser gerenciada adecuadamente siguiendo normas y procedimientos precisos.

Otro aspecto en el cual la ingeniería está involucrada en el ámbito hospitalario son los Programas de Seguridad Hospitalaria (Figura 7).



Figura 7. Programas de seguridad hospitalaria

**Tabla 2.** Análisis de las áreas de ingeniería involucradas en el ámbito hospitalario

<b>Infraestructura</b>	<b>Servicios auxiliares</b>	<b>Sistemas eléctricos</b>	<b>Sistemas electrónicos</b>	<b>Equipamiento biomédico</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura</li> <li>• Herrería</li> <li>• Carpintería</li> <li>• Albañilería</li> <li>• Saneamiento ambiental</li> <li>• Jardinería y ornamento</li> <li>• Señalización externa e interna</li> <li>• Entre otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cocina</li> <li>• Comedor</li> <li>• Lavandería</li> <li>• Ascensores</li> <li>• Incineradores</li> <li>• Esterilización</li> <li>• Calderas y vapor</li> <li>• Sistema de gases</li> <li>• Equipos de oficina</li> <li>• Aire acondicionado</li> <li>• Mecánica automotriz</li> <li>• Refrigeración y cavas</li> <li>• Entre otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iluminación</li> <li>• Tableros eléctricos</li> <li>• Planta de emergencia</li> <li>• Subestación eléctrica</li> <li>• Banco de transformadores</li> <li>• Entre otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alarmas</li> <li>• Teléfonos</li> <li>• Computación y redes</li> <li>• Sistema de seguridad</li> <li>• Circuito cerrado de televisión</li> <li>• Sistemas de intercomunicadores</li> <li>• Sistema de comunicación general</li> <li>• Telemedicina</li> <li>• Entre otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electromedicina</li> <li>• Medicina nuclear</li> <li>• Laboratorio clínico</li> <li>• Radiodiagnóstico y radioterapia</li> <li>• Entre otros</li> </ul>

Alternativas para el manejo de la tecnología y seguridad hospitalaria

Refiriéndonos específicamente a los componentes de mediana y alta tecnología, especialmente para el equipamiento biomédico, varias son las alternativas que se han utilizado:

- Manejo por parte del personal administrativo o médico
- Ingeniería de planta (no especializada)
- Contrato de servicio con compañías externas
- Ingenieros o técnicos adscritos a los servicios médicos
- Manejo por parte de instancias centralizadas.
- Ingeniería clínica: Contratada o exclusiva del hospital (Tabla 3)

De todas estas alternativas, las cinco primeras han sido utilizadas en Venezuela con mayor o menor éxito y dependiendo fundamentalmente de la institución. Sin embargo, son pocas las experiencias sobre la implementación de la ingeniería clínica. Varias son las razones que no han permitido generalizar esta metodología de gestión tecnológica. Destacan entre ellas el hecho de que tradicionalmente las instituciones médico-asistenciales han sido planificadas y administradas exclusivamente por médicos, quienes asumen el rol que le corresponde al ingeniero especializado. Por otra parte, la inexistencia de recursos humanos especializados capaces de asumir estas funciones, la indiferencia de las autoridades responsables de la prestación de los servicios médico-asistenciales ante la problemática hospitalaria, la burocratización de estas instituciones, las faltas de reglamentaciones sobre

**Tabla 3.** Funciones de la ingeniería clínica

<b>Infraestructura</b>	<b>Servicios auxiliares</b>	<b>Sistemas eléctricos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de costos</li> <li>• Evaluación de equipos</li> <li>• Selectividad en la aplicación de nuevas tecnologías</li> <li>• Supervisión de contratos de servicio</li> <li>• Dotación de nuevas facilidades o ampliaciones</li> <li>• Entre otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibración</li> <li>• Instalación</li> <li>• Mantenimiento preventivo</li> <li>• Mantenimiento correctivo</li> <li>• Inspección de equipos nuevos</li> <li>• Manejo de equipos clínicos sofisticados</li> <li>• Diseños especiales y modificación de equipos</li> <li>• Entre otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrenamiento de usuarios</li> <li>• Biblioteca técnica</li> <li>• Seguridad hospitalaria</li> <li>• Control de equipos</li> <li>• Entre otros</li> </ul>

el funcionamiento de los hospitales (certificación), aunado todo esto a la ineficiencia característica del subdesarrollo, hacen del problema de la salud algo que pareciera no tener solución (Organización Panamericana de la Salud, 2002).

### **Situación Actual de la Gestión Tecnológica en el Medio Hospitalario venezolano**

Analizando las causas por las cuales no se han establecido departamentos de ingeniería clínica en un mayor número de hospitales, podemos mencionar las siguientes:

- El sistema de salud venezolano ha sido diseñado y administrado fundamentalmente por médicos.
- La inexistencia de un verdadero equipo multidisciplinario de salud en el sistema venezolano ha llevado a una falta de cooperación multidisciplinaria en el ámbito hospitalario.
- Generalmente los directores de hospitales son nombrados, más que por méritos profesionales o conocimientos especializados en el campo de la administración hospitalaria, por filiación política o por otras causas, no existiendo por tanto una carrera profesional en este campo, a pesar de los cursos de la Escuela de Salud Pública de la UCV.
- A pesar de la existencia de leyes y regulaciones referentes al mantenimiento y la adquisición de equipos médicos (Ley de creación de la Fiscalía General de Mantenimiento y de la Oficina de Inscripción, Registro y Control de los Equipos Médicos y Paramédicos), las mismas fueron en muchos casos desconocidos por los directores de los hospitales y por las mismas autoridades de las instituciones del sector salud, hasta su desaparición.
- No existe la tradición de contratación de ingenieros en el ámbito hospitalario, la Oficina Central de Personal no contempla esta contratación en franca contradicción con el Decreto No. 1789 que establece las normas sobre clasificación de las instituciones médico-asistenciales, el cual establece la incorporación de ingenieros en hospitales tipo III y IV. Por tanto la contratación de ingenieros por parte de los directores de hospitales se realizan sobre la base de acuerdos entre la administración del hospital y los propios interesados, resultando en bajos salarios tanto para los ingenieros, como para los técnicos.

Por las causas mencionadas anteriormente, los ingenieros y técnicos no tienen muchas perspectivas de permanencia en los hospitales.

Como consecuencia de los planteamientos anteriores, tenemos lo siguiente:

- No cuenta ningún hospital venezolano con departamento de ingeniería clínica, excepto los establecidos mediante los proyectos de la Unidad de Gestión de Tecnologías en Salud de la Universidad Simón Bolívar.
- El mantenimiento de la infraestructura del hospital como de su equipamiento, dependen de agencias externas y por tanto no es controlado por la administración del hospital. Por tanto, las prioridades de mantenimiento y de equipamiento tienen que esperar turno en una larga cola que la establecen esas instancias externas. Esto trae como consecuencia un constante y continuo deterioro de las instalaciones de sector público, y en muchos casos del privado.
- Dado que no existe una verdadera evaluación al adquirir los equipos (necesidad, análisis de costo/beneficio, adecuación, entrenamiento de los usuarios, capacidad de la infraestructura física de la institución, documentación técnica, entre otros), no existe una adecuada transferencia tecnológica dentro del sistema de salud.

En lugar se observa:

- Los servicios técnicos son realizados por compañías externas, en la mayoría de los casos de dudosa capacidad técnica, lo que conlleva a un mayor deterioro de los equipos.
- Otras veces los mismos distribuidores prestan el servicio técnico, sin embargo los costos son bastante elevados ya que son parte de las ganancias de las empresas.
- Al no existir una contraparte de ingeniería en el hospital, los trabajos no son supervisados y en muchos casos ni siquiera se prestan los servicios contratados.

A nivel institucional se pueden observar las siguientes características:

- No existen adecuados servicios técnicos intra-hospitalarios.
- No existen adecuados sistemas de control de equipos (inventarios), por lo que es común la pérdida de materiales y equipos.
- No existe adecuada supervisión técnica sobre los servicios prestados por las compañías contratadas para reparación o mantenimiento de la infraestructura o el equipamiento.
- Los tiempos de respuesta son sumamente largos por

falta de control.

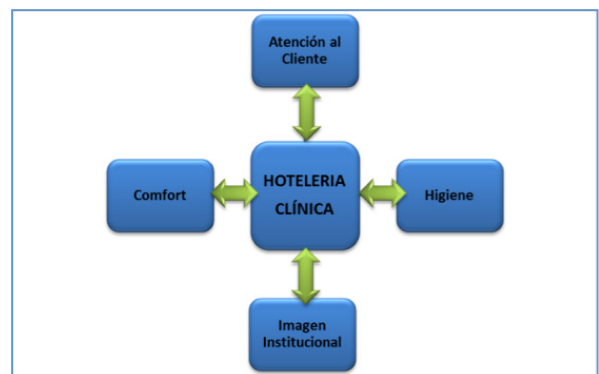
- No existe mantenimiento preventivo de ningún tipo, si acaso mantenimiento correctivo y sólo cuando la infraestructura o el equipo están en franco deterioro o paralización.
- No existe control por parte de la institución de los contratos de servicios de mantenimiento, ni de las garantías, las cuales en su mayoría se vencen sin ser utilizadas.
- No existen adecuados stocks de partes y repuestos, lo que en la mayoría de los casos es imposible por la gran heterogeneidad de marcas, lo que implicaría tener una gran variedad de piezas y repuestos.
- No existen programas de seguridad hospitalaria: radiológica y nuclear, mecánica, eléctrica, biológica, ambiental, entre otros. Por lo que es común la prevalencia de infecciones nosocomiales, la sobre exposición a radiaciones y los accidentes de todos tipo entre el personal médico y paramédico y los pacientes, algunos con consecuencias fatales.
- No existe documentación técnica del equipamiento del hospital, por lo que la contratación del mantenimiento es altamente costosa debido al largo proceso de diagnóstico de fallas y en circunstancias imposibles.
- No existen adecuados programas de entrenamiento para los usuarios (médicos y paramédicos), lo que conlleva a un rápido deterioro de los equipos por el uso inadecuado.

### La hotelería clínica

Un aspecto que no podemos pasar por alto cuando se habla de la atención a la salud y que siempre llamó nuestra atención durante la ejecución de los proyectos de ingeniería clínica realizados a través de la Unidad de Gestión de Tecnologías en Salud, fue la baja calidad de los servicios prestados, en cuanto a la atención al público. No fue sólo el maltrato a que son sometidos los pacientes y visitantes en la mayoría la instituciones públicas y privadas de salud, sino las mismas condiciones de habitabilidad de las áreas de descanso del personal médico y paramédico, generalmente ubicadas en cuartos mal acondicionados sin las más mínimas condiciones de confort. Bajo estas condiciones, los aspectos relacionados con la “hospitalidad” no existen, a pesar de que un hospital es fundamentalmente un hotel en el cual pernoctan pacientes y personal, de hecho ambos, tanto el hospital como el hotel, deben su nombre precisamente a su condición de hospedajes. Es raro encontrar un hospital público donde exista lencería para los pacientes, y en la mayoría de ellos las áreas de lavandería, cocina, esparcimiento y restaurantes no funcionan, y si lo hacen son muestra de la baja calidad de servicio. Otro

aspecto es la carencia de áreas estratégicamente ubicadas para la información de los pacientes y visitantes. No es extraño observar personas deambulando por los pasillos de los hospitales tratando de ubicar su área de tratamiento o de consulta. No podemos dejar de mencionar el propio aspecto visual que observamos en la mayoría de los hospitales y clínicas, jardines mal mantenidos, paredes y cerramientos en mal estado, pasillos y áreas de espera de pacientes mal iluminados y sin ningún tipo de aseo y confort, restaurantes y locales comerciales de todo tipo y sin ninguna relación con el funcionamiento propio del hospital. Todo esto, como es natural, afecta no sólo la imagen institucional, sino que muchos consideran y se ha dicho que la fealdad y el desorden tienen efectos psicosomáticos negativos importantes sobre las personas, especialmente los enfermos y deprimidos (Pineda, 2002).

Es por lo anteriormente expuesto que en estos proyectos y parte importante de esta propuesta de Gestión Tecnológica en Salud, es la incorporación del concepto de la Hotelería Clínica o la gestión de la hospitalidad en las instituciones de salud (Figura 8). De hecho, el concepto de Hotelería Clínica fue incorporado al programa del postgrado como una asignatura.



*Figura 8. Hotelería clínica, gestión de hospitalidad de las instituciones de salud*

### Alternativa propuesta de un esquema de gerencia tecnológica hospitalaria

Ante el panorama general presentado sólo queda buscar alternativas no tradicionales de gestión tecnológica que de alguna manera permitan el establecimiento de verdaderos departamentos de ingeniería clínica en los hospitales y clínicas, conjuntamente con un programa de formación de recursos humanos. Para ello fue concebida en la Universidad Simón Bolívar la Unidad de Gestión de Tecnologías en Salud (UGTS) dependiente de la Fundación de Investigación y Desarrollo (FUNINDES), que conjuntamente con los postgrados de Ingeniería Biomédica y la Especialización en Ingeniería Clínica, y próximamente el pregrado en

Bioingeniería, se plantea como misión el establecimiento de la Ingeniería Clínica en hospitales públicos y privados.

El primer prototipo de Departamento de Ingeniería Clínica en Venezuela, se estableció en el Hospital de Niños “Dr. J.M. de Los Ríos” en 1996 (Mijares & Lara Estrella, 1997) y sirvió de centro de entrenamiento para ingenieros cursantes del postgrado, a la vez que permitió incorporar como pasantes a estudiantes de ingeniería y otras disciplinas de la USB y de otras instituciones de educación superior, especialmente los TSU en Electromedicina egresados de la Universidad Francisco de Miranda.

Así pues, este proyecto sirvió de catapulta para establecer definitivamente la Ingeniería Clínica en Venezuela, lo cual se está realizando lenta, pero de forma continua.

Este departamento de ingeniería clínica provee al hospital de los siguientes servicios:

**A. Control de costos:**

- Selectividad en la aplicación de nuevas tecnologías y asesoría sobre adquisiciones.
- Supervisión de Contratos de Servicio.
- Dotación de nuevas facilidades o ampliaciones.
- Asesoramiento y evaluación de equipos a ser comprados.
- Análisis de costos.

**B. Equipos médicos:**

- Calibración
- Instalación
- Inspección de equipos nuevos y pruebas de aceptación.
- Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Actividad clínica mediante el manejo de equipos clínicos sofisticados.
- Diseños especiales y modificaciones de algunos equipos.
- Investigación clínica y desarrollo.

**C. Procedimientos:**

- Entrenamiento de usuarios (médicos y paramédicos)
- Biblioteca técnica
- Seguridad hospitalaria
- Control del equipamiento (inventarios)
- Control de calidad de los servicios médicos
- Medidas de productividad

Los criterios a seguir en la gestión de la tecnología son los siguientes:

**(a) Necesidad:** El personal médico o paramédico de un determinado servicio plantea la necesidad de un equipo

o instrumento, definiendo en lo posible las características y algunas especificaciones técnicas que satisfagan estas necesidades.

**(b) Evaluación:** Luego de una exhaustiva evaluación de las necesidades y características del equipo solicitado y dada la multiplicidad de modelos, marcas y procedencias de equipos disponibles en el mercado que pueden satisfacer estas necesidades, corresponde Departamento de Ingeniería Clínica recomendar el equipo más conveniente. Esto basado en un estudio detallado de las características de los equipos que puedan satisfacer estas necesidades, las capacidades de infraestructura de la institución, la compatibilidad con otros equipos similares con el fin de evitar en lo posible la heterogeneidad de marcas y la posibilidad de darle mantenimiento, además de un estudio del mercado de los diferentes distribuidores y sus capacidades técnicas, garantías que ofrecen, repuestos, mantenimiento, entrenamiento, entre otros.

**(c) Adquisición:** Una vez establecida la conveniencia técnica de un determinado equipo, corresponde a las instancias administrativas de la institución iniciar el proceso de adquisición. En esto, el departamento de ingeniería tiene poca injerencia pues son operaciones de tipo netamente financieras, aunque corresponde a éste hacer las recomendaciones referentes a las cláusulas de garantías, suministro de repuestos e insumos, entrenamiento de personal, entre otros.

**(d) Inspección, calibración e instalación:** Una vez adquirido el equipo, el mismo debe ser incorporado al servicio respectivo. Sin embargo, previo a esto hay una serie de procedimientos que corresponden de nuevo al departamento de ingeniería. En primer lugar, el equipo debe ser sometido a una exhaustiva revisión con el fin de detectar cualquier tipo de daño mecánico ocurrido durante el transporte y verificar, contra factura, que todas sus piezas y accesorios están completas; luego se procede al ensamblaje, si es el caso, y a verificar su estado de funcionamiento y calibración. Luego se procede a la instalación del equipo, previa la incorporación del mismo al sistema de registro y control de inventarios y procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo y el entrenamiento de los usuarios y técnicos. Es importante destacar la necesidad de que el Departamento de Ingeniería establezca y mantenga una biblioteca técnica en la cual se conserven todos los manuales de operación y de procedimientos de mantenimiento de cada uno de los equipos de la institución.

**(e) Reubicación y renovación:** Los equipos biomédicos, así como toda maquinaria, están sometidos a un proceso

inevitable de desgaste y obsolescencia por el uso y por los avances tecnológicos, es pues necesario mantener un registro constante de su confiabilidad, recalibración y costos de mantenimiento. Por otra parte, el hospital es un ente dinámico y generalmente se procede a la reubicación de servicios, ampliaciones, entre otros. Por lo tanto es necesario que el departamento de ingeniería participe en la planificación y ejecución de estos procedimientos.

(f) Retiro del servicio: Finalmente llegará el momento que el equipo debe ser retirado del servicio. Una causa puede ser daño permanente, obsolescencia, o que sus costos de mantenimiento superen un cierto índice en el cual es más beneficioso adquirir un nuevo equipo. Iniciándose así un nuevo ciclo ya que se debe proceder al reemplazo y a la adquisición de un nuevo equipo.

Sin embargo, la introducción de la ingeniería clínica trae consigo ventajas y desventajas que deben tomarse en cuenta (Tabla IV):

### Propuesta de un nuevo esquema gerencial hospitalario

Para que la introducción de la Ingeniería Clínica rinda sus efectos positivos, es necesario modificar radicalmente la estructura de la administración tradicional de las instituciones de salud en Venezuela. Siguiendo el planteamiento de clasificación de los factores que inciden en el funcionamiento de los sistemas de salud en (a) factores médico-biológicos, (b) factores médico-administrativos y (c) factores médico-tecnológicos, se propone un nuevo esquema de administración (Figura 9). Por otra parte, es imprescindible proponer un cambio radical en el modelo de gerencia, haciendo al hospital autónomo en

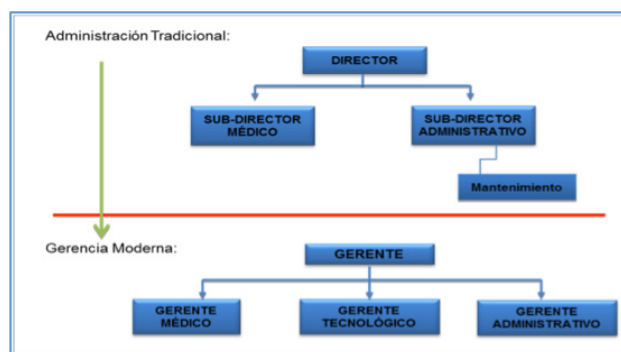
**Tabla 4.** Ventajas y desventajas de la ingeniería clínica

Ventajas	Desventajas
1. Total control por parte de la administración	1. Costo inicial elevado
2. Excelente tiempo de respuesta	2. Aumento del personal del hospital
3. Aumento en el tiempo de vida de los equipos	3. Espacio físico necesario
4. Reducción del servicio externo	4. Relación con los servicios se produce lentamente
5. Aumento de la eficiencia	5. Es necesaria una supervisión constante por parte de la administración

su ejecución presupuestaria y que desarrolle su propia identidad financiera. También es necesario incorporar profesionales altamente especializado en lo referente a la gestión tecnológica, es decir, ingenieros clínicos y físicos médicos y demás de personal técnico auxiliar con formación en bioingeniería como técnicos electromédicos, electromecánicos, técnicos en informática, entre otros

Como ejemplo, se propone la siguiente estructura organizativa para un hospital (Figura 10):

En definitiva, el objetivo propuesto por la Universidad Simón Bolívar, a través de la Unidad de Gestión de Tecnologías en Salud es cambiar el actual esquema de la ingeniería hospitalaria prevaleciente en Venezuela, en la cual la gerencia de los servicios técnicos radican fuera del ámbito hospitalario, en instancias centralizadas, por una ingeniería intrahospitalaria (ingeniería clínica) (Figura 11). Es decir, que cada hospital, de acuerdo a su nivel de complejidad, desarrolle sus propias instancias de gestión tecnológica y que siguiendo el modelo de los SILOS (Servicios Integrados Locales de Salud) permita establecer una red de servicios técnicos regionales en los cuales los hospitales de mayor complejidad sirvan de apoyo a los

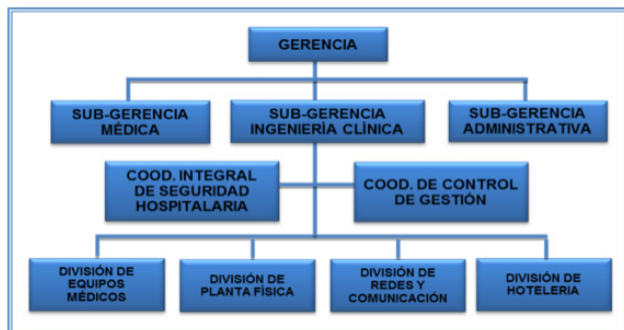


**Figura 9.** Clasificaciones de los factores que inciden en el funcionamiento de los sistemas de salud

de menor complejidad de su propio ámbito geográfico o por especialidad y en la cual las instancias centralizadas se conviertan en instituciones de apoyo técnico altamente especializadas.

### Necesidad de formación de Recursos Humanos Especializados en las áreas de Ingeniería Clínica

Toda estos procedimientos e instrumentación, requieren fundamentalmente de tres requisitos, a saber: (1) una política pública sobre gestión tecnológica bien fundamenta y basada



**Figura 10.** Estructura organizativa propuesta para un hospital



**Figura 11.** Gestión tecnológica propuesta

en principios de acción por evidencias, (2) presupuestos adecuados para sustentar las acciones requeridas, y (3) sobre todo de un personal altamente calificado a todos los niveles. Lamentablemente, en Venezuela tradicionalmente el personal que labora en estas instituciones es aquel relacionado sólo con los aspectos biológicos y muy poca importancia se ha dado a los recursos humanos relacionados con los aspectos médico-administrativo y médico-tecnológico. Es decir, en las instituciones hospitalarias venezolanas, pocos son los administradores, ingenieros y técnicos especializados y bien formados.

La situación plantea la necesidad de abocarse a la creación de Equipos Multidisciplinarios de Salud con la participación, dentro del ámbito hospitalario, de profesionales de variadas disciplinas aliadas a la medicina, que planifiquen y lleven a la práctica programas tendentes a optimizar los servicios médico-asistenciales y que a la vez desarrollen tecnologías biomédicas apropiadas al medio, especialmente en lo referente a su mantenimiento y fácil manejo. Es pues necesario incorporar al sistema de salud ingenieros y técnicos especializados, tales como ingenieros clínicos, ingenieros biomédicos, físicos médicos y técnicos en electromedicina.

Lamentablemente no existen en Venezuela, salvo muy contadas excepciones (USB, UCV, UEFM), instituciones a nivel universitario o institutos tecnológicos que ofrezcan este tipo de carreras a nivel nacional, tampoco existentes a nivel de técnicos medio. Sin embargo, en la actualidad estamos observando que un mayor número de instituciones de educación superior se están abocando a la apertura de este tipo de carreras. Por otra parte, el propio sector salud está tomando cada vez mayor conciencia sobre la imperiosa necesidad de establecer una adecuada gestión de sus tecnologías. De hecho, la reestructuración del Ministerio de Salud y Desarrollo Social (antes Ministerio de Sanidad y Asistencia Social) contempla la incorporación de la Dirección de Gestión Tecnológica, y en la nueva ley de salud, se contempla un apartado especial sobre Gestión Tecnológica. Estos hechos nos permiten vislumbrar que en un futuro se producirá un cambio radical en la atención a la salud en Venezuela.

## La Especialización en Ingeniería Clínica en la USB

### I. Justificación

La ingeniería clínica es una rama de la bioingeniería que aplica los conocimientos de la ingeniería y de la gerencia para garantizar el uso óptimo y seguro de todas las tecnologías con que cuenta una institución de salud (planta física, instalaciones industriales, equipamiento médico y redes de comunicación), velando a su vez, a través de la hotelería clínica, por el confort y la seguridad tanto de los pacientes, como del personal que labora en la institución.

En la Ley de Salud y del Sistema Nacional de Salud, aprobada por la Asamblea Nacional en fecha 14 de diciembre de 2004 (primera discusión), en su artículo 33, numeral 23, se le asigna la responsabilidad al Instituto Nacional de Atención Médica el de “establecer unidades de Ingeniería Clínica en todos los establecimientos hospitalarios”. Sin embargo, actualmente no existe ningún programa de formación de ingenieros clínicos en el ámbito nacional y la carencia de estos profesionales es una de las causas principales del estado de deterioro en que se encuentran los centros de atención médica del país.

En la Universidad Simón Bolívar existe una amplia experiencia en la ingeniería aplicada al campo de la salud. A través de la Unidad de Gestión de Tecnologías en Salud (UGTS), adscrita a FUNINDES-USB, se han realizado actividades docentes, de investigación y de extensión, las cuales han permitido adquirir un gran cúmulo de experiencias en Ingeniería Clínica; hasta la fecha, se han realizado más de 40 proyectos en esta área.

La USB como comunidad académica, innovadora, participativa, productiva y con sensibilidad y solidaridad social, ha diseñado dos programas de postgrado en Ingeniería Clínica (Lara Estrella & Silva, 1998). La Especialización conducente a grado académico de Especialista en Ingeniería Clínica (acreditado por el CNU según Gaceta Oficial No. 38.508 del 25/08/2006) y el Programa de Perfeccionamiento Profesional (PPP).

## II. Objetivo General

El Postgrado en Ingeniería Clínica tiene como objetivo fundamental proporcionar a profesionales universitarios las competencias para desenvolverse en instituciones de salud y para aplicar los conocimientos teóricos y prácticos relativos a la ingeniería clínica.

## III. Objetivos Específicos

- Capacitar a profesionales universitarios en la gestión de las tecnologías vinculadas con el equipamiento médico, la planta física, las instalaciones industriales y las redes de comunicación.
- Desarrollar en los estudiantes las herramientas necesarias para aplicar las normas de seguridad hospitalaria y los criterios de hospitalidad.
- Dotar a los estudiantes de los fundamentos gerenciales teóricos y prácticos que les permitan integrarse y funcionar de manera productiva en equipos multidisciplinarios vinculados con el área hospitalaria.
- Formar profesionales creativos, con alto sentido ético y moral, con sensibilidad y solidaridad social, proporcionando situaciones que permitan el análisis de estas conductas, en el desarrollo de las actividades curriculares previstas en el Programa.

## IV. Perfil Profesional del Ingeniero Clínico

De acuerdo al Colegio Americano de Ingenieros Clínicos (ACCE), la ingeniería clínica es una profesión basada fundamentalmente en la ingeniería y las ciencias de la salud, y el ingeniero clínico un profesional cuya función primordial es proveer y promover el mejor cuidado de los paciente aplicando para ello conocimientos y habilidades de ingeniería y gerencia a la tecnología de la salud. Su preparación fundamental es ingeniería; aunque otros profesionales, especialmente físicos, en virtud de su entrenamiento profesional y experiencia, desarrollan habilidades y conocimientos equivalentes a aquellos que reciben un entrenamiento formal en el área. La Comisión Internacional de Certificación (ICC) reconoce estas

experiencias como un criterio para la Certificación en Ingeniería Clínica otorgando el Certificado de Ingeniero Clínico (*Certified Clinical Engineers*, CCE por sus siglas en inglés). Sus funciones están definidas en las siguientes áreas:

- 1.- **Gerencia del equipamiento médico:** Los ingenieros clínicos desarrollan, implementan y dirigen programas específicos para la gerencia del equipamiento médico. Sus tareas incluyen evaluación y selección de nuevas tecnologías, preparación de especificaciones para la adquisición de nuevo equipamiento, conduce pruebas de aceptación e instala nuevos equipos, provee entrenamiento y asistencia técnica a los operarios de los equipos, desarrolla y gerencia el programa de mantenimiento. Además, investiga incidentes relacionados con los equipos médicos, gerencia los llamados de alerta provenientes de instituciones especializadas y lleva los reportes de tales incidentes. Su objetivo fundamental es proveer al centro médico-asistencial donde está adscrito, con una tecnología segura y confiable.
- 2.- **Funciones de supervisión:** El ingeniero clínico puede supervisar a físicos médicos, ingenieros de seguridad, ingenieros de planta, higienistas industriales, enfermeras, técnicos de equipos biomédicos u otros ingenieros clínicos. Gerencia todo tipo de equipo médico incluidos aquellos ubicados en las unidades de cuidados intensivos y coronarios, laboratorio clínico, terapia respiratoria, anestesiología, obstetricia, neurología, terapia física, ultrasonido, radiología, terapia radiológica, medicina nuclear, quirófanos, etc.; también se incluyen equipos y redes de comunicación, sistemas telefónicos y de computadoras; todos los cuales deben cumplir estrictas normas de seguridad.
- 3.- **Proyectos de renovación y construcción:** El ingeniero clínico desarrolla y administra los proyectos de renovación y construcción del hospital, coordina los requerimientos técnicos y financieros de tales proyectos. Trabaja con arquitectos, ingenieros, administradores y personal médico en el diseño y planificación de la instrumentación y toda la infraestructura de soporte.
- 4.- **Consultoría:** Algunos ingenieros clínicos desarrollan actividades de asesoramiento para hospitales en gestión tecnológica o para empresas que ofrecen estos servicios.
- 5.- **Manufactura:** Las industrias manufactureras de tecnologías médicas emplean Ingenieros clínicos para asistir en el adecuado diseño ergonómico y otros factores humanos, desarrollo, pruebas, verificación clínica, control de calidad, registros y controles

gubernamentales, investigación de accidentes y servicio de campo, todo relacionado al equipo médico.

**6.- Seguridad radiológica:** Ingenieros clínicos, con especial entrenamiento en la física de las radiaciones, gerencia los programas de seguridad radiológica de las instituciones médico-asistenciales. Sus funciones incluyen proveer entrenamiento especial en física de radiaciones, diseñar programas de control de calidad, mantener y distribuir información relacionada con la seguridad radiológica, ejecutar el plan de dosimetría para todo el personal de hospital, entre otros.

**7.- Actividades de enseñanza y entrenamiento:** Algunos ingenieros clínicos son profesores en escuelas de ingeniería, medicina, enfermería, odontología, medicina veterinaria, entre otras. Por otra parte, mantienen cursos continuos de entrenamiento para el personal médico y técnico del hospital relacionados con el uso y mantenimiento de los equipos médicos.

**8.- Investigación:** Los ingenieros clínicos, independientemente o en colaboración con personal médico o paramédico, realizan proyectos de investigación en el ámbito hospitalario. Sus áreas de investigación incluyen electrofisiología; estudios metabólicos; adquisición, almacenamiento, procesamiento de imágenes; evaluación de dispositivos médicos, modelaje y simulación por computadoras; sistemas información, órganos artificiales, entre otros.

**9.- Diseño:** Los ingenieros clínicos frecuentemente, por su conocimiento de los principios de operación de los dispositivos y del ambiente clínico, diseñan y mejoran dispositivos médicos. Son los encargados de la transferencia tecnológica.

**10.- Evaluación tecnológica:** Los ingenieros clínicos evalúan todos los aspectos relacionados con el equipamiento médico, costos, beneficios y riesgos asociados a una determinada tecnología. Conducen o dan apoyo a comités técnicos de evaluación.

## CONCLUSIONES

La falta de una intervención decisiva de la ingeniería como carrera aliada a la medicina se evidencia en la falta de planificación en la construcción, dotación, y mantenimiento de las instalaciones hospitalarias. Esta situación ha contribuido al deterioro progresivo de la alta tecnología médica adquirida por la Nación durante los últimos 30 años, época de abundancia de recursos económicos por los altos precios del petróleo y período que fue altamente favorable para la adquisición de nuevas tecnologías (Dyro, 2004). Por otra parte, la gran heterogeneidad de marcas, modelos y países de procedencia, hace realmente dificultosos

el establecimiento de procedimientos sistemáticos de mantenimiento preventivo y aún aquellos instrumentos y sistemas de reciente adquisición tiene un período de vida útil relativamente corta.

Por estas razones es crucial para Venezuela la organización de programas de formación de recursos humanos dentro de las áreas relacionadas con la gestión de las tecnologías médicas, y especialmente del tipo de ingeniero adecuado para su desempeño en instituciones de salud. En este caso se trata de un ingeniero altamente especializado, pero con un enfoque en su enseñanza adecuado al medio latinoamericano y venezolano en particular, con capacidad para gerenciar sistemas de mantenimiento preventivo y correctivo, de promover adiestramiento de personal, de supervisar la seguridad hospitalaria y de llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo relativos al área biomédica, todo esto dentro del ámbito hospitalario con el fin de satisfacer los requerimientos de personal especializado de instituciones públicas tales como el Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS), la Alcaldía Metropolitana de la Región Capital, el Instituto Venezolano de los Seguros Sociales (IVSS), Instituto de Previsión del Ministerio de Educación (IPASME), Sanidad Militar, así como hospitales y clínicas privadas; también son requeridos estos profesionales por las empresas distribuidoras de equipos médicos de media y alta tecnología y la incipiente industria biomédica venezolana. Por lo expuesto anteriormente se puede concluir finalmente que la intervención de la ingeniería en el ámbito hospitalario no debe restringirse al mero concepto del mantenimiento y por tanto no debe verse como una acción aislada, como actualmente es considerado en Venezuela, sino más bien como una gestión integrada la cual comprende todos los elementos descritos como “Gestión de la Tecnología en el Ámbito Hospitalario”.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRINZINO, JD. (1992). Management of Medical Technology: A Primer for Clinical Engineers. Biomedical Engineering Series. Boston, USA. Editorial Butterworth-Heinemann.
- BORDIPLAN-CONICIT. (1991). Plan de Acción en Ciencia y Tecnología del VII Plan de la Nación. Caracas, Venezuela.
- DYRO, JF. (2004). Clinical Engineering Handbook. Academic Press Series in Biomedical Engineering, Elsevier Academia Press.
- GARCÍA SERVEN, JR. (1992). Indicadores de Gestión para Establecimientos de Atención Médica. Caracas,

Venezuela. Editorial Disinlimed. C.A.

Bogotá, Colombia. Editorial Médica Panamericana.

- GOODMAN, G. (1991). Technology Assessment, Transfer and Management: The implications to the Professional Development of Clinical Engineering. *J. Clin. Engng.*, 16 (2): 117-122.
- Lara Estrella, L. (1991b). Estudio Crítico Sobre la Gestión Tecnológica en el Sector Salud Venezolano. Trabajo de Acenso a Profesor Asociado, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.
- LARA ESTRELLA, L. (1991a). Evaluación de la Gestión de Equipos y Tecnologías en el Sector Salud. Informe presentado por FUNINDES-USB al Ministerio de la Familia en el marco del Estudio Sectorial de Salud. Dirección General Sectorial de Coordinación de Políticas Sociales y Banco Mundial.
- LARA ESTRELLA, L. (1992). El Mantenimiento como parte Integrante de la Gerencia y Gestión Tecnológica en el Ámbito Hospitalario. Comisión de Asuntos Sociales del Senado de la República. Informe del GBBA-USB. Caracas, Venezuela.
- LARA ESTRELLA, L. & SILVA, R. (1998). Propuesta de un Nuevo Esquema para la Formación de Ingenieros Clínicos en Venezuela. Primer Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica, México.
- MALAGÓN-LONDOÑO, G., GALÁN MORERA, R., & PONTÓN LAVERDE, G (1996). *Administración Hospitalaria*. Bogotá, Colombia. Editorial Médica Panamericana.
- MIJARES, R., & LARA ESTRELLA, L. (1997). Establishment of a Clinical Engineering Department in a Venezuelan National Reference Hospital. *Journal of Clinical Engineering*. Vol. 22, No. 4.
- MORA, F., PASSARIELLO, G., LARA-ESTRELLA, L. (1987). Some Considerations about Biomedical Engineering Education in Latin America: The Simón Bolívar University Experience. 9th Annual Conference of IEEE / Engineering in Medicine and Biology Society, Boston, USA.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). (2002). Metodología para medir las Funciones Esenciales de Salud Pública. Presentada en el marco del evento sobre desempeño del Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Caracas, Venezuela.
- PINEDA, M. (2002). *Hotelería clínica: mejora de la atención al paciente y el mantenimiento en los hospitales*. Tesis de Maestría en Ingeniería Biomédica. Universidad Simón Bolívar. Venezuela.
- YADIN, D., & JUD, TM. (1993). *Medical Technology Management, Biomedical Measurement Series*. Washington, USA. Editorial SpaceLabs Medical, Inc. Redmon.