

Análisis situacional de la Ingeniería Biomédica en el ámbito hospitalario en el Estado de Guanajuato.

N. M. López Alanis¹, L. A. Pérez García², A. L. López Orocio³, E. Rivera León⁴

Departamento de Ingeniería Biomédica, Universidad Politécnica del Bicentenario, Silao, Guanajuato, México.

Resumen— A partir del año 2012 se incorporó la Dirección de Ingeniería Biomédica a la Dirección General del Planeación y Desarrollo del Instituto de Salud Pública del Estado de Guanajuato, reconociendo la importancia de esta profesión en el quehacer diario de las instituciones hospitalaria del estado. Lo anterior ha permitido una alza en la demanda de Ingenieros Biomédicos con la preparación necesaria para asumir los retos que conlleva la instalación de áreas de Ingeniería Biomédica en los diversos centros hospitalarios de la entidad. Por ello, en la Universidad Politécnica del Bicentenario se realizó un Análisis Situacional del Trabajo (AST) para analizar la pertinencia de su programa en Ingeniería Biomédica y orientar la instrucción académica hacia los requerimientos del sector laboral, para así facilitar la rápida inserción en el ámbito productivo de sus egresados. En este trabajo se muestran los resultados de dicho taller, resumiendo el perfil profesional que se espera de un Ingeniero Biomédico de acuerdo a las necesidades y situación actual de la profesión en el ámbito hospitalario en la entidad.

Palabras clave—AST, hospitales, Guanajuato

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la Universidad Politécnica del Bicentenario oferta 6 ingenierías entre las que se encuentra Ingeniería Biomédica, que al igual que el resto de los programas educativos tiene como uno de sus principales objetivos la pertinencia en la formación de sus alumnos, pues con ello se evita la enseñanza de tecnologías obsoletas, se orienta la instrucción académica hacia requerimientos del sector laboral, se facilita la rápida inserción en el ámbito productivo y se disminuye el tiempo de capacitación de las empresas.

Para lograr dicha pertinencia es necesario identificar los diversos factores que interviene en el exitoso desempeño de un egresado: los sistemas productivos que debe dominar, las estructuras organizacionales en que deberá ubicarse, el intercambio comercial, las exigencias de las distintas áreas ocupacionales, la certificación de sus capacidades laborales y prioritariamente, en el modelo educativo que manejan las Universidades Politécnicas, la identificación de las competencias que requiere desarrollar el alumno, definiendo competencia como la posesión y desarrollo de conocimientos, destrezas y actitudes que permiten al sujeto que las posee, desarrollar actividades en su área profesional, de adaptarse a nuevas situaciones, así como transferir, si es

necesario, sus conocimientos, habilidades y actitudes a áreas profesionales próximas [1].

En consecuencia la identificación de competencias se convierte en el primer paso para la definición del perfil profesional de un ingeniero y para lograrlo existen diversas metodologías entre las que destacan el Análisis Situacional del Trabajo (AST) que permite identificar las competencias laborales inherentes al ejercicio de una función ocupacional, utiliza estándares de competencia laboral y descripciones de logros laborales que se deben alcanzar en un área laboral determinada, además de ser ampliamente utilizado en países que cuentan con sistemas de certificación.

El Análisis de Requerimientos y Expectativas del Sector Salud en el área de Ingeniería Biomédica permitió la identificación del propósito principal, las funciones y tareas clave que se esperan realice un Ingeniero Biomédico en el Sistema de Salud del Estado de Guanajuato, cuya relevancia radica en que desde el año 2012 en el reglamento interior del Instituto de Salud Pública del Estado de Guanajuato (ISAPEG) se decretó incorporar a la Dirección General de Planeación y Desarrollo, la Dirección de Ingeniería Biomédica, encargada de la gestión del equipo médico (Guanajuato, 2012).

El presente trabajo describe los resultados del Análisis Situacional del Trabajo (AST) del sector de Ingeniería Biomédica en el ámbito hospitalario con base en la información obtenida en el taller realizado en las instalaciones de la Universidad Politécnica del Bicentenario, el 18 de Agosto del 2015.

II. METODOLOGÍA

Para identificar las necesidades laborales en el ámbito hospitalario del Ingeniero Biomédico en el Estado de Guanajuato se empleó la metodología DACUM (Developing a Curriculum) técnica desarrollada en 1960 en Canadá, como un medio rápido y efectivo para los diseños curriculares, el cual se ha utilizado ampliamente en Australia dentro de la educación superior, así como en Estados Unidos a través del Centro de Educación y Formación para el empleo de la Universidad del Estado de Ohio. Es una metodología de carácter participativo que opera bajo la modalidad de taller, se utiliza para identificar

las áreas de práctica, tareas y competencias en los programas de estudio [2].

La finalidad de aplicar la metodología DACUM es el de tener una mayor vinculación con el sector laboral que disminuya la brecha dada entre las competencias que se desarrollan en las universidades, sobre las necesidades de aplicación de los diferentes sectores productivos del Estado de Guanajuato, lo que permitirá desarrollar los conocimientos, comportamientos, habilidades y destrezas acordes a las necesidades reales del entorno.

En la Fig. 1, se muestra el proceso de la metodología propuesta [3]. Para realizar la etapa 1 se invitaron al taller trabajadores expertos en el área de ingeniería biomédica quienes se desempeñan como Jefes o Directores de Departamento de Ingeniería Biomédica en hospitales públicos y privados, así como gerentes o jefes de empresas que se dedican a la venta o remanufactura de equipo médico e investigadores que laboran en instituciones públicas en el Estado de Guanajuato.

Una vez reunidos todos los expertos se inició la segunda etapa del proceso, en la que dio inicio una lluvia de ideas sobre cómo se define a la ingeniería biomédica, así como los trabajos y tareas que realiza el ingeniero biomédico en el ámbito hospitalario. Todas las tareas fueron colocadas sobre una pared sin organizarlas de una manera específica. La tercera etapa del proceso, consistió en identificar cuáles son las funciones principales; considerando que para ser considerada como tal, una función debe abarcar un área amplia de responsabilidades, mismas que a su vez agrupan varias tareas. Las funciones fueron expresadas empezando con un verbo, un objeto, seguido de una condición [4].

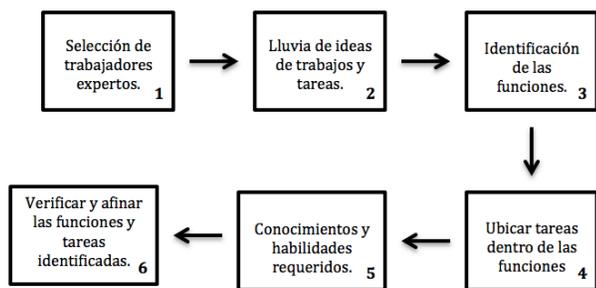


Fig. 1. Proceso de la metodología DACUM.

El cuarto paso en el proceso de la metodología consistió en ubicar las tareas dentro de las funciones, algunos de los criterios para definir una tarea es si representa la unidad más pequeña de una actividad del proceso con un resultado palpable y con sentido, tiene un punto de inicio y fin, se puede realizar en un corto período de tiempo y si se puede realizar independientemente de otras tareas. El siguiente paso del proceso, fue definir los conocimientos, habilidades

psicomotoras, cognoscitivas y socio-afectivas, necesarias para ejercer una función productiva bajo criterios y estándares de desempeño. Por último, se verificaron y afinaron las funciones y tareas identificadas para encontrar frases más precisas y descriptivas [4].

III. RESULTADOS

A. Aspectos relacionados a las funciones y al proceso de trabajo.

Como resultado de la lluvia de ideas y opiniones de los representantes del sector salud se obtuvo la siguiente definición de Ingeniería biomédica, entendida como la “*profesión que gestiona, optimiza y diagnostica las necesidades de tecnología médica, interactuando con las áreas involucradas, enfocada en la eficiencia y seguridad de los servicios de atención al paciente, tanto en el sector público como privado*”. A partir de esta definición se prosiguió a definir 6 funciones productivas de este profesionista, mismas que se presentan en la Tabla 1 con su desglose de tareas correspondientes, la frecuencia con la que se desempeña esta tarea en el ámbito hospitalario así como la importancia que posee. De manera breve, las funciones se enfocan a la gestión y mantenimiento de equipo médico, así como a la optimización de procesos operativos y administrativos relacionados con la tecnología médica y en menor medida a la innovación y desarrollo de procesos que puedan ser implementados en el hospital, en todos los casos, con estricto apego a la normativa correspondiente en vigor.

Además de los conocimientos y habilidades que demanda el desempeño en el área de Ingeniería Biomédica, el perfil detectado en este AST, hace evidente que en lo que concierne a las funciones de mantenimiento el profesional estará expuesto a riesgos de diversa naturaleza entre los que destacan los físicos, químicos y biológicos, por lo que las condiciones de trabajo deberán atender a normas de seguridad, mismas que deberá conocer y saber aplicar en todo momento para salvaguardar su integridad física y el funcionamiento del equipo. Es importante destacar que al desempeñarse en un área en donde interactúan disciplinas relacionadas como la medicina y la ingeniería, deberá atender protocolos de comportamiento ético que le permitan interactuar con profesionales de la salud, tecnología y procesos administrativos para que pueda desempeñar de manera satisfactoria todas sus actividades.

B. Habilidades y competencias requeridas para un profesional en Ingeniería Biomédica

Para efectos del análisis y fácil identificación durante la definición de competencias, se han clasificado las habilidades de la siguiente manera: personales, cognoscitivas y psicomotrices (Tabla 2).

TABLA I
 FUNCIONES Y TAREAS REALIZADAS POR UN INGENIERO BIOMÉDICO QUE LABORA EN EL AMBIENTE HOSPITALARIO.

Función	Tareas	Características de la tarea
1. Mantener el funcionamiento correcto del equipo médico para asegurar que siempre se encuentre disponible al brindar servicios de salud.	1.1 Reparar las fallas que presente el equipo médico.	Frecuencia: Alta. Importancia: Alta. Dificultad: Alta.
	1.2 Supervisar las actividades de mantenimiento por medio del registro adecuado.	Frecuencia: Alta. Importancia: Alta. Dificultad: Alta.
2. Optimizar los procesos operativos y administrativos de tecnología médica en las Instituciones de Salud.	2.1. Identificar necesidades de mejora (equipo y recursos materiales) en las áreas.	Frecuencia: Alta. Importancia: Alta. Dificultad: Media (depende del tamaño y nivel de la institución).
	2.2. Diseñar procesos para satisfacer las necesidades detectadas.	Frecuencia: Media. Importancia: Alta. Dificultad: Alta.
	2.3. Implementar los procesos diseñados para mejorar el desempeño de los equipos.	Frecuencia: Media. Importancia: Alta. Dificultad: Alta.
	2.4. Evaluar los procesos implementados para generar indicadores.	Frecuencia: Media. Importancia: Alta. Dificultad: Alta.
3. Gestionar los recursos necesarios para la adquisición de tecnología médica en base a las necesidades detectadas.	3.1. Diagnosticar cuales son los recursos materiales que se necesitan para implementar cualquier equipo.	Frecuencia: Alta. Importancia: Alta. Dificultad: Media.
	3.2. Licitación recursos necesarios para poder obtener los equipos.	Frecuencia: Media. Importancia: Alta. Dificultad: Media.
	3.3. Implementar los programas relacionados con el equipo médico.	Frecuencia: Alta. Importancia: Alta. Dificultad: Media.
4. Formar capital humano para que cuente con la capacitación necesaria en el manejo de equipo médico.	4.1 Captar recursos humanos para el departamento de Ingeniería Biomédica.	Frecuencia: Alta. Importancia: Alta. Dificultad: Alta.
	4.2. Especializar al recurso humano para el departamento de Ingeniería Biomédica.	Frecuencia: Alta. Importancia: Alta. Dificultad: Alta.
	4.3. Establecer comunicación efectiva con las áreas usuarias del equipo médico.	Frecuencia: Alta. Importancia: Alta. Dificultad: Alta.
	4.4. Desarrollar habilidades en el personal médico sobre el uso y cuidado adecuado de los equipos.	Frecuencia: Media. Importancia: Alta. Dificultad: Alta.
5. Implementar la normatividad para asegurar servicios de calidad en el sector salud (procesos de certificación).	5.1. Utilizar normas en procesos de calidad.	Frecuencia: Alta. Importancia: Alta (particularmente muy importante). Dificultad: Alta.
6. Innovar tecnología y procesos para que sean implementados en el área de la salud.	6.1. Investigar y desarrollar equipos o aplicaciones biomédicas.	Frecuencia: Baja. Importancia: Alta. Dificultad: Alta.

Las facultades perceptivas de este profesional dependen de las funciones que realice, en específico las facultades visuales, táctiles y auditivas deben ser altas pues son de gran ayuda en las actividades de mantenimiento; la facultad auditiva también es importante en la formación de recursos humanos pues permite escuchar las necesidades de capacitación, mientras la comparación y evaluación son imprescindibles por la constante toma de decisiones.

Estos profesionistas estarán sometidos a factores de estrés por la importancia y diversidad de actividades que requiere la gestión de la tecnología médica, los procesos de calidad

para obtener una certificación, la formación de recursos humanos y las labores de investigación. Entre las decisiones complejas que debe enfrentar se encuentra la selección de nueva tecnología, la baja de equipo obsoleto y los recursos necesarios como infraestructura, para asegurar que los equipos se pongan en funcionamiento y cumplan con los requerimientos de en las instituciones de salud, lo que implica una inversión que deberá sustentarse con información, por lo que la capacidad de análisis será crucial en su desempeño y posterior éxito en esta labor.

Asimismo, inherentes a las funciones a desempeñar en el ámbito hospitalario existen una serie de valores y cualidades

personales que el profesional en Ingeniería biomédica debe poseer, los cuales están resumidos en la Tabla 3.

TABLA II
HABILIDADES REQUERIDAS EN UN INGENIERO BIOMÉDICO

Personales	Cognoscitivas	Psicomotrices
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Liderazgo ▪ Toma de decisiones ▪ Rapidez de ejecución ▪ Destreza Manual ▪ Trabajo en equipo ▪ Manejo de conflictos ▪ Autonomía ▪ Innovación ▪ Promoción de valores ▪ Comunicarse correctamente, ▪ Autoformación. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Aplicación de conocimientos de ciencias exactas: <ul style="list-style-type: none"> - Matemáticas para ingeniería (fundamentos de matemáticas, álgebra, trigonometría, cálculo diferencial e integral, modelación matemática, métodos numéricos, etc.) - Física (sistemas de medición, lectura de escalas, física de reflexión y refracción de ondas mecánicas, instrumentos de medición, electricidad y magnetismo, electromecánica, etc.) - Química (fundamentos de química general, procesos bioquímicos). ● Aplicación de conocimientos tecnológicos o técnicos especializados: <ul style="list-style-type: none"> - Medicina (fundamentos de medicina general, anatomía, fisiología) - Ingeniería (Fundamentos de Electrónica, Mecánica, Eléctrica, Ingeniería de procesos, Ingeniería Económica, Ingeniería Financiera) - Informática aplicada (simulación matemática, software especializado, procesamiento digital de imágenes, manejo de bases de datos, telemedicina) - Normatividad (conocimientos sobre normas mexicanas e internacionales) - Calidad (procesos de calidad, certificaciones) ● Aplicación de nociones o principios propios a las ciencias humanas: <ul style="list-style-type: none"> - Idioma (Inglés y otras lenguas.) - Herramientas de Comunicación (cultura digital, elaboración de fichas técnicas) - Técnicas de supervisión y coordinación. - Relaciones humanas (trabajo en equipo, cultura general) - Técnicas de redacción y expresión oral - Administración (Evaluación de proyectos, Economía, TIR, TREMA, Finanzas) ● Técnicas para solucionar problemas y toma de decisiones: <ul style="list-style-type: none"> - Técnicas de negociación, manejo de conflictos. - Control de tiempos y movimientos. - Evaluación de proyectos (control de costos, análisis de datos económicos/financieros) - Normas y herramientas de calidad, Protección al Ambiente y Seguridad Personal. ● Especialización: <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento de equipos de médicos - Desarrollo de software y aplicaciones médicas. - Ingeniería Clínica. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manejo de equipos para realizar mantenimiento. ▪ Manejo de equipo de cómputo. ▪ Manejo de equipo de laboratorio.

IV. DISCUSIÓN

Como se ha podido apreciar, las funciones y tareas que un ingeniero biomédico desempeña en un ambiente hospitalario tienen tres vertientes principales: labores administrativas, trabajo técnico y, en menor medida, innovación en las áreas de su competencia. Considerando las actividades de origen administrativo, como la gestión de tecnología médica y optimizar procesos operativos, resulta evidente la necesaria preparación del profesionista para el trato cotidiano con proveedores de estas tecnologías, que le permita evaluar de manera sistemática y objetiva las características que ofrece el producto, desde el conocimiento de su funcionamiento y la solución que supone al adquirirlo, así como también las condiciones en las que se realizaría la adquisición, con los compromisos que conlleva y el estudio cuidadoso del impacto que generaría en el presupuesto asignado, al momento de la compra y a futuro, que permitieran tener un beneficio

óptimo para la institución y por supuesto en la atención al paciente. Los conocimientos de administración, teoría del *iceberg*, indicadores pertinentes, funcionamiento del equipo médico, entre otros son indispensables en este apartado de la labor del ingeniero biomédico, por lo que asignaturas que permitan desarrollar estas competencias, incluyendo la capacidad de análisis, son indispensables en la currícula de la ingeniería.

En el apartado del trabajo técnico que involucra, principalmente, las labores de mantenimiento del equipo biomédico y la capacitación de los usuarios, las competencias que involucran conocimientos de electrónica, mediciones eléctricas, suministro de energía así como normas aplicables al equipo biomédico, entre otras, resultan de particular interés. Sin embargo, el pensamiento lógico-matemático, adquirido por una fuerte

TABLA III.
CUALIDADES Y VALORES QUE DEBE POSEER UN
INGENIERO BIOMÉDICO

Cualidades	Valores
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Puntualidad ▪ Motivación ▪ Paciencia ▪ Iniciativa ▪ Empatía ▪ Dominio personal ▪ Uso correcto del lenguaje ▪ Capacidad para soportar presión ▪ Razonamiento inductivo, deductivo, hipotético y analógico. ▪ Sentido de la planificación. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Puntualidad. ▪ Honestidad. ▪ Ética profesional. ▪ Responsabilidad social y con el medio ambiente. ▪ Tolerancia. ▪ Responsabilidad. ▪ Integridad. ▪ Lealtad.

preparación en ciencias básicas, juega un rol crucial en el discernimiento de la solución a problemas que pudieran presentarse en las labores de tipo técnico, por lo cual no debe menospreciarse o tomarse a la ligera la capacidad de análisis que desarrollan los estudiantes con este tipo de asignaturas. Una sólida formación en ciencias básicas es el fundamento que sustenta la tercera actividad relacionada con el ambiente hospitalario, la innovación. No se puede innovar en lo que no se comprende. Esta actividad es quizá por ello, la que con menor frecuencia se realiza, por el grado de dificultad que presenta para ser llevada a cabo. Sin embargo, cuando se ejecuta correctamente puede representar la solución, simplificación o mejora a un proceso que se realiza cotidianamente y que derive en una mejor atención al paciente.

El conocimiento del marco normativo es una necesidad transversal a todas las actividades relacionadas con el ámbito hospitalario, y el quehacer del ingeniero biomédico no es la excepción. El sistema de salud mexicano, históricamente ha estado normado en todos los niveles jerárquicos existentes, por lo que la comprensión y aplicación de la normativa en materia de salud debe tener un lugar privilegiado desde el proceso de formación de los futuros ingenieros biomédicos, pues el propósito de la legislación es en gran medida el fin mismo del quehacer del ingeniero biomédico: trabajar para mejorar la calidad de vida del paciente.

Si se considera cuidadosamente las actividades desempeñadas por el ingeniero biomédico en el ambiente hospitalario es fácil notar la razón por la que los expertos entrevistados enlistaron una serie de valores y cualidades que esperan posea un profesionalista de dicha área, mismas que esperaríamos de cualquier otro profesionalista, sin embargo, nunca tan necesarias como en aquellos que se relacionan de manera directa con la salud de las personas. Aquí es donde recae la importancia de las asignaturas de corte humanista, que consideran el psique de los

estudiantes como una parte primordial en la formación del futuro profesionalista que le permita entenderse y entender a quienes lo rodean como parte de un todo dinámico, con las repercusiones obvias a la alteración del balance social.

V. CONCLUSIÓN

En conjunto, los datos obtenidos del AST apuntan a la necesidad de jóvenes profesionalistas con una sólida formación en el manejo de tecnología médica y los conocimientos de administración suficientes que les permitan desempeñar la labor de gestión de tecnología de acuerdo a la dinámica organizacional del sistema de salud. También deben poseer un bagaje suficiente para ser capaces de innovar en afán de una evolución del entorno hospitalario adecuada a la dinámica social en constante evolución, apoyándose para ello en un conocimiento preciso de las ciencias básicas de la ingeniería. Amalgamando lo anterior, la sensible e importante formación humanista que sensibilice al profesionalista con la importancia y repercusión de su labor en el ambiente hospitalario. A pesar de que ya existen varias instituciones en la región preparando a los futuros ingenieros biomédicos, éstas no han logrado el nivel de especialización que se requiere en el ambiente hospitalario, por lo que resulta fundamental la revisión y re-direccionamiento de los planes de estudio de esta ingeniería. Necesidad que se incrementa si consideramos que en la actualidad, los profesionales necesarios para desempeñar las actividades relacionadas con la Ingeniería Biomédica son originarios de otras partes del país por lo que la demanda en la región es alta y se espera que incremente debido al potencial económico de la región que impulsado por el sector automotriz prevé un crecimiento en todos los sectores, particularmente el de servicios de salud.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] <http://cgut.sep.gob.mx/academica.php>.
- [2] Rodolfo Schmal S. Andrés Ruiz-Tagle A. , “Una metodología para el diseño de un currículo orientado a competencias (Estilo artículo de revista),” *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 16 No 1, 2008, pp. 147-158.
- [3] Norton, Robert E. (1990), “DACUM, a Competency – Based Curriculum Tool. Center on Education and Training for Employment”, Columbus, Ohio State University.
- [4] Norton, Robert E. (1997), “DACUM Handbook. Second Edition. Leadership Training Series No 67”, Columbus, Ohio State University.