

---

---

## Las competencias del ingeniero biomédico para el desarrollo de instrumental médico

<sup>1</sup>Francisco Arturo Bribiescas Silva, <sup>1</sup>Luis Enrique Macías Martín, <sup>2</sup>Hyun Sook Lee Kim, <sup>2</sup>Jorge Barojas Weber, <sup>1</sup>Rosana Ramírez Martínez

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México

### RESUMEN

El presente artículo muestra las competencias del ingeniero bioquímico para desarrollar instrumental médico considerando diversas fuentes y autores. Se enlistan las competencias necesarias para que el ingeniero biomédico desarrolle instrumentos robustos a la falla ya que los ingenieros biomédicos desarrollan dispositivos y procedimientos que resuelven los problemas médicos y de salud mediante la combinación de sus conocimientos de la biología y la medicina con los principios y prácticas de ingeniería.

**Palabras clave:** Competencias, Ingeniero Biomédico, Desarrollo de nuevos productos.

### INTRODUCCIÓN

La industria de los dispositivos médicos se ha convertido en las últimas décadas en una de las más sólidas y con mayor crecimiento anual y su evolución ha estado en gran medida favorecida por progresos científicos y tecnológicos recientes, la utilización de nuevas técnicas, dispositivos y la optimización en costos del proceso de desarrollo de productos.

La concepción de un producto desarrollado por Ingenieros biomédicos, aparece un actor clave: el usuario. Paralelamente existe una cadena de personas involucradas alrededor del producto. Hoy en día los bioingenieros juegan un papel fundamental en la selección de equipos dentro de las instituciones de salud. Ellos son los que evalúan todos y cada uno de los aspectos donde impacta el diseño; desde el funcionamiento hasta el mantenimiento y

pueden dar recomendaciones ante la posible actualización y adquisición de equipos nuevos. Un equipo "con buen diseño" impacta tanto en los usuarios como en la práctica médica.

Los ingenieros biomédicos desarrollan dispositivos y procedimientos que resuelvan los problemas médicos y de salud mediante la combinación de sus conocimientos de la biología y la medicina con los principios y prácticas de ingeniería. Muchos hacen la investigación junto con los científicos médicos para desarrollar y evaluar sistemas y productos tales como órganos artificiales, prótesis, instrumentación, sistemas de información médica y la gestión de la salud, así como, diseñar dispositivos utilizados en diversos procedimientos médicos. La mayoría de los ingenieros en esta especialidad necesitan una sólida formación en otra especialidad de la

ingeniería, tales como la mecánica o ingeniería electrónica, además de la formación biomédica especializada. Algunas de las especialidades dentro de la ingeniería biomédica son los biomateriales, la biomecánica, medicina, ingeniería de rehabilitación, ortopédicos y de ingeniería.

### **Competencias**

El concepto de "competencia" se comienza a utilizar en los Estados Unidos en los años veinte del siglo pasado, siendo que tuvo su mejor desarrollo en los años 60 cuando estaban de boga el enfoque racionalista y el enfoque técnico de gestión. Fue en esa época en que se utilizaban como mecanismo de evaluación.

Existen diversos autores que definen y expresan el concepto de competencias los cuales se nombran a continuación:

Drier (1990, pp. 2074-2080) se refiere a 5 tipos de competencias: Competencias basadas en la cognición, Competencias basadas en el rendimiento, Competencias basadas en las consecuencias, Competencias afectivas y Competencias de exploración.

Mientras que Byham y Moyer (1996, p. 25) las definen en tres grupos: Competencias Organizacionales, Competencias Personales y Competencias de rol o laborales.

Ansorena Cao (1996, p. 76) plantea: "una habilidad o atributo personal de la conducta de un sujeto, que puede definirse como característica de su comportamiento y bajo la cual, el comportamiento orientado a la tarea puede clasificarse de forma lógica y fiable"

"La competencia no se refiere a un desempeño puntual. Es la capacidad de movilizar conocimientos y técnicas y de reflexionar sobre la acción. Es también la capacidad de construir esquemas referenciales de acción o modelos de actuación que faciliten acciones de diagnóstico o de resolución de problemas productivos no previstos o no prescritos" (Catalano & Sladogna; 2004, p. 39).

El conocimiento como acumulación de saber no es significativo, su valor radica en el uso que se haga del mismo, por tanto, las escuelas deben, con esta perspectiva, replantear los programas educativos desde "el saber hacer" a partir del desarrollo de competencias y de su aplicación a situaciones de la vida real.

Las competencias combinan en sí lo cognoscitivo (conocimientos y habilidades), lo afectivo (motivaciones, actitudes, rasgos de personalidad), lo psicomotriz o conductual (hábitos, destrezas) y lo psicofísico o psico-fisiológico.

Podría decirse entonces que las competencias son un conjunto de comportamientos y habilidades sensoriales y motoras, cognoscitivas, psicológicas, destrezas, aptitudes, actitudes que permiten desempeñar de forma más eficaz una tarea, una función o una actividad. Así mismo son rasgos de personalidad, motivaciones, valores, relaciones o experiencias que cada persona ha adquirido en el transcurso de la vida, ya sea en el ámbito personal o laboral con el fin de que ésta persona cumpla sus estrategias, metas y misiones (Haddad, 2007, p. 29).

Es importante diferenciar las competencias necesarias para realizar un

trabajo exitosamente, de lo que la persona hace en su trabajo. Woodruffe (1993, p. 30) destaca, que, por ejemplo persuadir a otros no es una competencia, sino algo que la persona debe hacer en el trabajo. Para persuadir a otros eficientemente, la persona debe tener ciertas competencias: ser incisivo en su comprensión de los asuntos, ser abierto en su forma de razonar a fin de encontrar opciones, desear resolver los asuntos y obtener resultados, tener confianza en dirigir a otros, ser sensible a los puntos de vista de otros, actuar en forma cooperativa con otros y estar orientado hacia el logro de objetivos.

Entonces, como resultado de los conceptos anteriores se puede deducir que una competencia es lo que hace que la persona sea, valga la redundancia, "competente" para realizar un trabajo o una actividad y sea exitoso en la misma, lo que puede significar la conjunción de conocimientos, habilidades, disposiciones y conductas específicas. Si falla alguno de esos aspectos, y el mismo se requiere para lograr algo, ya no se es "competente".

#### *Competencias en la ingeniería biomédica.*

Dentro del rubro médico, se entiende por competencias el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que permiten una excelente práctica médica, en continuo perfeccionamiento, adecuada al contexto social en que se desarrolla.

Un concepto que empata desde la enseñanza de la medicina, apunta que competencia es "el proceso dinámico y longitudinal en el tiempo por el cual una persona utiliza los conocimientos,

habilidades actitudes y buen juicio, asociados a su profesión, con la finalidad de poder desarrollarla de forma eficaz en todas las situaciones que corresponden al campo de su práctica" (Martínez, y Arnau, 2007, pp. 179-190).

Por otro lado, la carrera de ingeniería biomédica en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), lleva a cabo una investigación llamada "*Metodología para la definición de competencias de Ingeniería Biomédica*" dentro de la División de Ciencias de la Salud. De acuerdo a dicha investigación se determina que para que un ingeniero biomédico esté capacitado para realizar las funciones de su perfil profesional, debe desarrollar los siguientes tipos de inteligencia:

- 1) Inteligencia técnica que está asociada con la capacidad para realizar correctamente el trabajo.
- 2) Inteligencia académica, emocional, analítica y creativa, que está relacionada con la habilidad para seleccionar y hacer el trabajo correcto.
- 3) Inteligencia personal, siendo la característica que tiene el profesional para ser la persona correcta para hacer el trabajo.

Con base en estos tipos de inteligencia, se formularon las competencias de ingeniería biomédica, procurando que se definieran con una visión amplia pero lo suficientemente específica para ser enseñadas y medidas de manera efectiva. El comité académico de ingeniería Biomédica del campus Monterrey (CAIBCM, 2007) desglosó las competencias como se enlistan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Competencias del Ingeniero Biomédico definidas por el CAIBCM.

<b>Habilidades de carácter científico.</b>
Identificar, formular y resolver problemas de ciencias básicas de manera sistemática.
Desarrollo de metodologías o protocolos para probar hipótesis.
<b>Desarrollo personal, incorporación de actitudes y bases éticas.</b>
Actualización profesional.
Liderazgo.
Aplicación de principios éticos relacionados con la profesión.
Desarrollo integral de la persona.
<b>Habilidades de carácter tecnológico.</b>
Desarrollo de soluciones para el área de la salud.
Diseño, construcción o simulación, y validación de dispositivos biomédicos, a nivel de prototipo.
Diseño, simulación y validación de procesos para uso biomédico.
Conocimiento de los principios de funcionamiento de los dispositivos biomédicos.
Consideraciones básicas de la instalación, puesta a punto y funcionamiento de dispositivos y sistemas biomédicos.
Uso de herramientas para diagnóstico y reparación de equipo biomédico.
Selección y utilización de herramientas estadísticas y recursos computacionales para el análisis y clasificación de la información.
Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería biomédica de manera sistemática.
Consideraciones generales de operación y mantenimiento de los dispositivos.

<b>Aplicación del entendimiento de las ciencias básicas, de la salud y de las ingenierías como base para su práctica profesional.</b>
Uso de conocimientos de física, química y matemáticas.
Uso de conocimientos de ingeniería.
Aplicación de conocimientos de seguridad en su práctica profesional.

<b>Habilidades de carácter administrativo y empresarial.</b>
Conocimientos y habilidades en gestión y planeación de proyectos.
Habilidades para emprender, identificar e innovar negocios o productos.
Propiedad Intelectual.
Comunicación con profesionales relacionados con la disciplina.
Comunicación oral y escrita de carácter técnico o científico.
Habilidad para transmitir conocimientos y dar capacitación.

<b>Desempeño del Ingeniero Biomédico en el entorno profesional.</b>
Participación y colaboración con el equipo de trabajo interdisciplinario en forma integral.
Manejo profesional de información confidencial.
Conocimiento y aplicación de las normas y regulaciones nacionales e internacionales.
Conciencia del desarrollo sustentable.
Comprensión de la problemática nacional en el sector salud.
Competitividad internacional.

Fuente: Macías, Luis (2013). Elaboración propia, basada en información obtenida de: el CAIBCM, 2007.

Uno de los elementos dinamizadores del debate sobre la formación en competencias es el proceso de convergencia europeo, el cual, junto a aspectos cognitivos (conocer y comprender), presta mayor atención a las habilidades psicomotoras (saber cómo actuar) y a la formación en

valores y actitudes (saber cómo ser). Además centra el proceso educativo en el aprendizaje del alumno, más que en la enseñanza, haciendo énfasis en los resultados finales.

Por su parte, la Conferencia Nacional de Decanos de Facultades de Medicina

Españolas, tomando como referencia la nueva normativa sobre convergencia Europea, e inspirándose en los requisitos globales mínimos esenciales en Educación Médica del Instituto Internacional para la

Educación Médica, ha propuesto las competencias específicas que deben aprenderse y dominarse al concluir la formación básica ingeniero biomédico. Esta clasificación se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2.** Competencias específicas que deben aprenderse y dominarse al concluir la formación básica del ingeniero biomédico.

<b>a. Valores profesionales, actitudes, comportamientos y ética</b>
Reconocer los elementos esenciales de la profesión médica, incluyendo los principios éticos y las responsabilidades legales.
Comprender la importancia de tales principios para el beneficio del paciente, de la sociedad y la profesión, con especial atención al secreto profesional.
Saber aplicar el principio de justicia social a la práctica profesional.
Desarrollar la práctica profesional con respeto a la autonomía del paciente, a sus creencias y cultura.
Reconocer las propias limitaciones y la necesidad de mantener y actualizar su competencia profesional.
Desarrollar la práctica profesional con respeto a otros profesionales de la salud.

<b>b. Fundamentos científicos de la medicina</b>
Comprender y reconocer la estructura y función normal del cuerpo humano, a nivel molecular, celular, tisular, orgánico y de sistemas, en las distintas etapas de la vida.
Reconocer las bases de la conducta humana normal y sus alteraciones.
Comprender y reconocer los efectos, mecanismos y manifestaciones de la enfermedad sobre la estructura y función del cuerpo humano.
Comprender y reconocer los agentes causantes y factores de riesgo que determinan los estados de salud y el desarrollo de la enfermedad.
Comprender y reconocer los efectos del crecimiento, el desarrollo y el envejecimiento sobre el individuo y su entorno social.
Comprender los fundamentos de acción, indicaciones y eficacia de las intervenciones terapéuticas, basándose en la evidencia científica disponible.

<b>c. Habilidades clínicas</b>
Obtener y elaborar una historia clínica que contenga toda la información relevante.
Realizar un examen físico y una valoración mental.
Tener capacidad para elaborar un juicio diagnóstico inicial y establecer una estrategia diagnóstica razonada.
Reconocer y tratar las situaciones que ponen la vida en peligro inmediato, y aquellas otras que exigen atención inmediata.
Plantear y proponer las medidas preventivas adecuadas a cada situación clínica.

#### ***d. Análisis crítico e investigación***

Tener, en la actividad profesional, un punto de vista crítico, creativo, con escepticismo constructivo y orientado a la investigación.

Comprender la importancia y las limitaciones del pensamiento científico en el estudio, la prevención y el manejo de las enfermedades.

Ser capaz de formular hipótesis, recolectar y valorar de forma crítica la información para la resolución de problemas, siguiendo el método científico.

#### ***e. Manejo de la información***

Conocer, valorar críticamente y saber utilizar las fuentes de información clínica y biomédica para obtener, organizar, interpretar y comunicar la información científica y sanitaria.

Saber utilizar las tecnologías de la información y la comunicación en las actividades clínicas, terapéuticas, preventivas y de investigación.

Mantener y utilizar los registros con información del paciente para su posterior análisis, preservando la confidencialidad de los datos.

#### ***f. Habilidades de comunicación***

Escuchar con atención, obtener y sintetizar información pertinente acerca de los problemas que aquejan al enfermo, y comprender el contenido de esta información.

Redactar historias clínicas y otros registros médicos de forma comprensible a terceros.

Comunicarse de modo efectivo y claro, tanto de forma oral como escrita con los pacientes, los familiares, los medios de comunicación y otros profesionales.

Establecer una buena comunicación interpersonal, que capacite para dirigirse con eficiencia y empatía a los pacientes, a los familiares, medios de comunicación y otros profesionales.

#### ***g. Salud pública y sistemas de salud***

Reconocer los determinantes de la salud en la población, tanto los genéticos como los dependientes de los estilos de vida, demográficos, ambientales, sociales, económicos, psicológicos y culturales.

Asumir su papel en las acciones de prevención y protección ante enfermedades, lesiones o accidentes y mantenimiento y promoción de la salud, tanto a nivel individual como comunitario.

Reconocer su papel en equipos multiprofesionales, asumiendo el liderazgo cuando sea apropiado, tanto para el suministro de cuidados de la salud, como en las intervenciones para la promoción de la salud.

Fuente: Macías, Luis (2013). Elaboración propia, basada en información obtenida de: La Conferencia Nacional de Decanos de Facultades de Medicina Españolas.

Para la valoración de la importancia de cada una de las competencias transversales (genéricas) en relación con el perfil profesional del ingeniero biomédico,

las competencias genéricas se estructuran en tres campos, instrumentales, personales y sistemáticas, como lo muestra la tabla 3.

**Tabla 3.** Competencias genéricas en el perfil del ingeniero biomédico.

<b>Competencias genéricas en el perfil del ingeniero biomédico</b>
<b><i>a. Instrumentales.</i></b>
Capacidad de análisis y síntesis.
Capacidad de organización y planificación.
Comunicación oral y escrita en la lengua nativa.
Conocimiento de una lengua extranjera.
Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio.
Capacidad de gestión de la información
Resolución de problemas.
Toma de decisiones.
<b><i>b. Personales.</i></b>
Trabajo en equipo.
Capacidad de organización y planificación.
Trabajo en un contexto internacional.
Habilidades en las relaciones interpersonales.
Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad.
Razonamiento crítico.
Compromiso ético.
Toma de decisiones.
<b><i>c. Sistémicas.</i></b>
Aprendizaje autónomo.
Adaptación a nuevas situaciones.
Creatividad.
Liderazgo.
Conocimiento de otras culturas y costumbres.
Iniciativa y espíritu emprendedor.
Motivación por la calidad.
Sensibilidad hacia temas medioambientales.

Fuente: Macías, Luis (2013). Elaboración propia, basada en información obtenida de: Educación Médica del Instituto Internacional para la Educación Médica

## CONCLUSIÓN

Con relación a las competencias investigadas, se puede determinar un listado de aquellas competencias identificadas que podrían ayudar al ingeniero biomédico a diseñar y desarrollar instrumentos médicos tanto robustos a la falla como innovadores. Ese listado es basado en las competencias anteriores del ingeniero biomédico:

- Identificar, formular y resolver problemas de ciencias básicas de manera sistemática.
- Desarrollo de metodologías o protocolos para probar hipótesis.
- Diseño, construcción o simulación, y validación de dispositivos biomédicos, a nivel de prototipo.
- Diseño, simulación y validación de procesos para uso biomédico.
- Conocimiento de los principios de funcionamiento de los dispositivos biomédicos. Consideraciones básicas de la instalación, puesta a punto y funcionamiento de dispositivos y sistemas biomédicos.
- Selección y utilización de herramientas estadísticas y recursos computacionales para el análisis y clasificación de la información.
- Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería biomédica de manera sistemática.
- Consideraciones generales de operación y mantenimiento de los dispositivos.

- Conocimientos y habilidades en gestión y planeación de proyectos.
- Habilidades para emprender, identificar e innovar negocios o productos.
- Propiedad Intelectual.
- Participación y colaboración con el equipo de trabajo interdisciplinario en forma integral.
- Tener, en la actividad profesional, un punto de vista crítico, creativo, con escepticismo constructivo y orientado a la investigación.
- Ser capaz de formular hipótesis, recolectar y valorar de forma crítica la información para la resolución de problemas, siguiendo el método científico.
- Comprender y reconocer los agentes causantes y factores de riesgo que determinan los estados de salud y el desarrollo de la enfermedad.
- Escuchar con atención, obtener y sintetizar información pertinente acerca de los problemas que aquejan al enfermo, y comprender el contenido de esta información.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organización y planificación.
- Capacidad de gestión de la información
- Resolución de problemas.
- Toma de decisiones.

- Trabajo en equipo.
- Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad. Razonamiento crítico.
- Adaptación a nuevas situaciones.
- Creatividad.
- Liderazgo.

## REFERENCIAS

### Libros

Ansorena C. (1996). *15 casos para la selección de personal con éxito*. Barcelona: Paidós Empresa, pp. 56-97.

Byham W. y Moyer R. (1996). *Using Competencies to Build a Successful Organization*, p. 25.

Catalano M., Avolio de Cols S. y Sladogna M. (2004). *Diseño curricular en normas de competencia laboral. Conceptos y orientaciones metodológicas. Programa de formación y certificación de competencias laborales*, Buenos Aires: Banco Interamericano de Desarrollo, p. 39.

Drier, H. (1990). *Educación Técnico-Profesional: programas de orientación*. Enciclopedia Internacional de Educación. T. IV. Barcelona: Vicens Vives, pp. 2074-2080.

Martínez, J. y Arnau, J. (2007). *Evaluación de la competencia clínica y profesional. Manual para tutores de MIR*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, pp. 179-190.

### Revistas

Haddad, J. (2007). *Experiencias y consideraciones en la conformación de perfiles de competencias*, Revista de Psicología, XXV (1), pp. 29-58.

Woodruffe, Ch. (1993). *What is meant by a Competency?*. Leadership and Organization Development Journal. Vol. 14 (1), pp. 29-36.

### Páginas Web

Comité académico de ingeniería Biomédica del campus Monterrey (CAIBCM-2007) Disponible en:

<http://www.itesm.mx/wps/wcm/connect/itesm/tecnologico+de+monterrey/carreras+profesionales/areas+de+estudio/salud/ingeniero+biomedico/monterrey+imd>

Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2011.