

**PERTINENCIA DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA BIOMÉDICA EN
COLOMBIA**

JOHANA REINOSO ACOSTA

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
DOCENCIA UNIVERSITARIA**

WILMAR JAVIER DIAZ SANTAMARIA
Director Trabajo de Grado

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y HUMANIDADES
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
BOGOTÁ, D.C. 2013

Pertinencia de los programas de Ingeniería Biomédica en Colombia

La Ingeniería Biomédica tiene sus inicios en Colombia, de acuerdo a las estadísticas del Observatorio Laboral para la Educación¹, en la Universidad Antonio Nariño, la Escuela Colombiana de Carreras Industriales y la Universidad Manuela Beltrán, graduando en el año de 2001 a la primera promoción de ingenieros biomédicos en el país; y hasta el año 2011, se han graduado 1.387 ingenieros biomédicos en el país (Ministerio de Educación Nacional, 2013a); los cuales en su mayoría se encuentran trabajando en gestión comercial, en ingeniería clínica, en soporte técnico y metrología (muchos como técnicos), y muy pocos se encuentran vinculados en el desarrollo de la ingeniería de rehabilitación, biomateriales, biotecnología, calidad, asuntos regulatorios, y en la investigación, diseño, desarrollo y producción de dispositivos médicos en el país; ya que estas últimas son realizadas por Químicos Farmacéuticos o Ingenieros Industriales en su mayoría.

Por lo cual puede sostenerse que un Ingeniero Biomédico formado en las universidades de Colombia no se encuentra en capacidad de diseñar o mejorar tecnología biomédica y/o servicios relacionados, debido a que en primer lugar en su formación de pregrado no se vieron todos los elementos conceptuales básicos, normativos y metodológicos necesarios para diseñar, desarrollar y garantizar que un dispositivo médico cumple con los estándares de calidad mínimos establecidos por las entidades regulatorias nacionales y/o internacionales. En segundo lugar se ven las teorías y las herramientas que permiten analizar problemas y generar soluciones que contribuyan a mejorar la calidad de vida de los pacientes, pero estas no se aplican en casos

¹ El Observatorio Laboral para la Educación es un sistema de información del Ministerio de Educación Nacional que hace parte de las herramientas que requiere Colombia para generar información sobre la oferta laboral y la identificación de necesidades de recursos humanos para el país, convirtiéndose en una herramienta de diagnóstico para mejorar los programas académicos, para investigar las posibilidades laborales de los posibles nuevos programas y para proporcionar un mejor asesoramiento profesional a los estudiantes.

reales, ya que las prácticas universitarias están enfocadas a realizar actividades de mantenimiento de equipo biomédico o en el área comercial. Y en tercer lugar porque las universidades no generan suficientes espacios para que todos los estudiantes se vinculen en los procesos de investigación y desarrollo relacionados con dispositivos médicos, biotecnología, nanotecnología, ingeniería de rehabilitación, biomateriales, bioinformática y procesamiento de imágenes, teniendo en cuenta que los grupos de investigación solo ofertan determinados cupos.

Por lo tanto, en el presente documento se organiza en tres apartados: aspectos curriculares, estudio comparativo, análisis diseño curricular vs perfil profesional; en el primer apartado se examina brevemente los lineamientos legales y las definiciones de las características que debe tener un currículo, haciendo énfasis en su interdisciplinariedad, su pertinencia y su coherencia; en el segundo apartado se realiza un estudio comparativo del contenido de las mallas curriculares de cuatro programas de Ingeniería Biomédica en Colombia; en el tercer apartado se analiza la pertinencia y la coherencia de los contenidos curriculares junto con en el perfil profesional del ingeniero biomédico; y finalmente se plantean conclusiones.

Aspectos Curriculares

Iniciemos examinando brevemente los lineamientos dados en la Resolución 2773 de 2003, la cual establece que los programas de ingeniería deben brindar una formación integral a sus estudiantes, el cual debe estar fundamentado en las áreas del conocimiento de las ciencias básicas, las ciencias básicas de ingeniería, la ingeniería aplicada, la formación complementaria y desarrollar las competencias comunicativas básicas en una segunda lengua (Ministerio de Educación Nacional, 2003). Estas cuatro áreas del conocimiento se plantean con el fin de mejorar la calidad educativa al formar profesionales integrales, es decir, que deben responder a la

solución de los problemas y necesidades de la sociedad desde el deber ser, el deber saber y el saber hacer.

Estas áreas del conocimiento se articulan con las características del currículo, dentro de las cuales encontramos la inspiración antropológica, la participación comunitaria, la interdisciplinariedad, la flexibilidad, su coherencia, su realismo y pertinencia, su proyección, la personalización y la gestión estratégica. La interdisciplinariedad en el currículo hace referencia a la integración, articulación y correlación del conocimiento a partir de las diferentes interpretaciones de la realidad, la cual se puede lograr por medio de la conformación de comunidades académicas fundamentadas en la investigación; es decir, que para lograr una integración y globalización de los conocimientos, debe existir una colaboración entre las disciplinas, las ciencias, las artes y las tecnologías. La coherencia se ve reflejada cuando sus elementos se interrelacionan y autorregulan como un sistema; y el realismo y la pertinencia se evidencia cuando el currículo responde con una reflexión teórica y de forma práctica a las necesidades del contexto social en que se desarrolla (Lafranceso, 2004; Malagón, 2008).

Estudio comparativo del contenido curricular

Tomando en cuenta los aspectos curriculares descritos, se establece analizar el contenido de las mallas curriculares de los programas de Ingeniería Biomédica en las universidades de Colombia: Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA), Universidad Autónoma de Occidente, Universidad Manuela Beltrán (UMB) y Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, la cual a la fecha no tiene egresados, al ser un programa nuevo que inicio en el segundo semestre del año 2011 con una duración de IX semestres; las universidades son privadas y se encuentran

ubicadas en las ciudades de Medellín, Cali y Bogotá D.C., y en el municipio de Cajicá. (Véase en la Tabla 1).

Tabla 1. Programas de Ingeniería Biomédica en Colombia

Ítem	Universidad	Carácter académico	Sector	Registro Ministerio Educación	Metodología	Número créditos	Número cursos	Número semestres	Cobertura
1	Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA)	Institución Universitaria	Privada	Registro alta calidad 2012	Presencial	179	63	10	Medellín
2	Universidad Autónoma de Occidente	Universidad	Privada	Registro alta calidad 2011	Presencial	175	57	10	Cali
3	Universidad Manuela Beltrán (UMB)	Universidad	Privada	Registro calificado 2012	Presencial	160	74	10	Bogotá D.C. Cajicá
4	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Institución Universitaria	Privada	Registro calificado 2011	Presencial	154	50	9	Bogotá D.C.

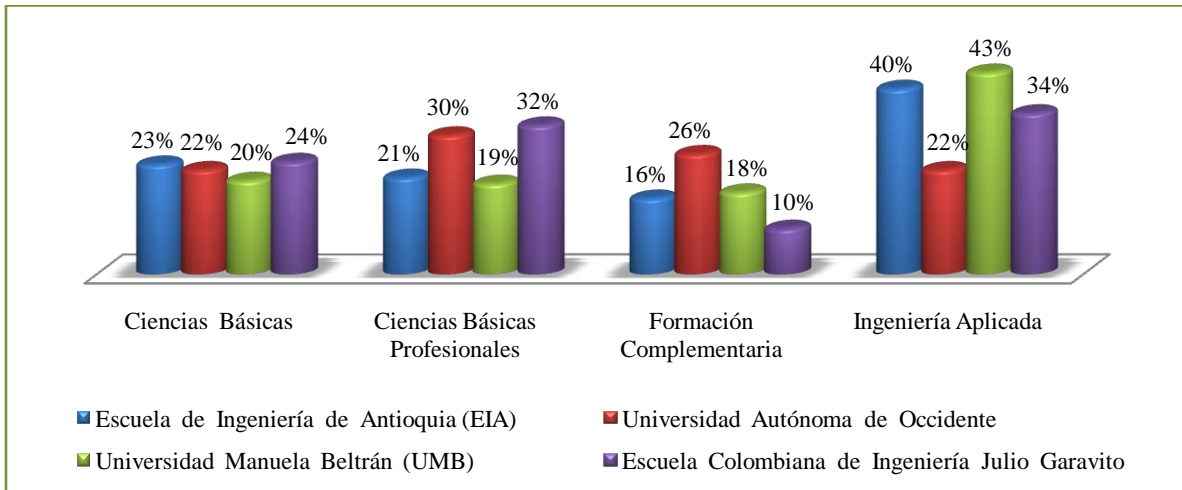
Fuente: (Ministerio de Educación Nacional, 2013b)

Por otro lado dos programas cuentan con el Registro de Alta Calidad, la EIA lo obtuvo en el año 2012 y la Universidad Autónoma de Occidente en el año 2011; y debo agregar que los programas de las universidad EIA y de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito son realizados en convenio con la Universidad CES y la Universidad del Rosario respectivamente.

Comenzare por explicar que para realizar el estudio comparativo se tiene en cuenta el número de créditos académicos y el número de cursos asignados para cada una de las áreas del conocimiento, las cuales se dividen en ciencias básicas, ciencias básicas profesionales, formación complementaria e ingeniería aplicada; clasificación que corresponde con los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional en la Resolución 2773 de 2003.

Se observa en la Gráfica 1, que el porcentaje de los créditos por área de conocimiento en el contenido curricular de los programas de Ingeniería Biomédica de las universidades EIA y la

UMB son parecidos, en donde se evidencia que la ingeniería aplicada cubre el 40% del currículo, las ciencias básicas y las ciencias básicas profesionales otro 40% y la formación complementaria un 20%; es decir que estos programas hace un énfasis en el deber saber y saber hacer; la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito en su currículo hace un mayor énfasis en el deber saber y saber hacer, pero a diferencia de la EIA y UMB, solo asigna un 10% de los créditos a la formación complementaria; en contraste se observa que la Universidad Autónoma de Occidente mantiene una igualdad entre los créditos de las áreas del conocimiento.

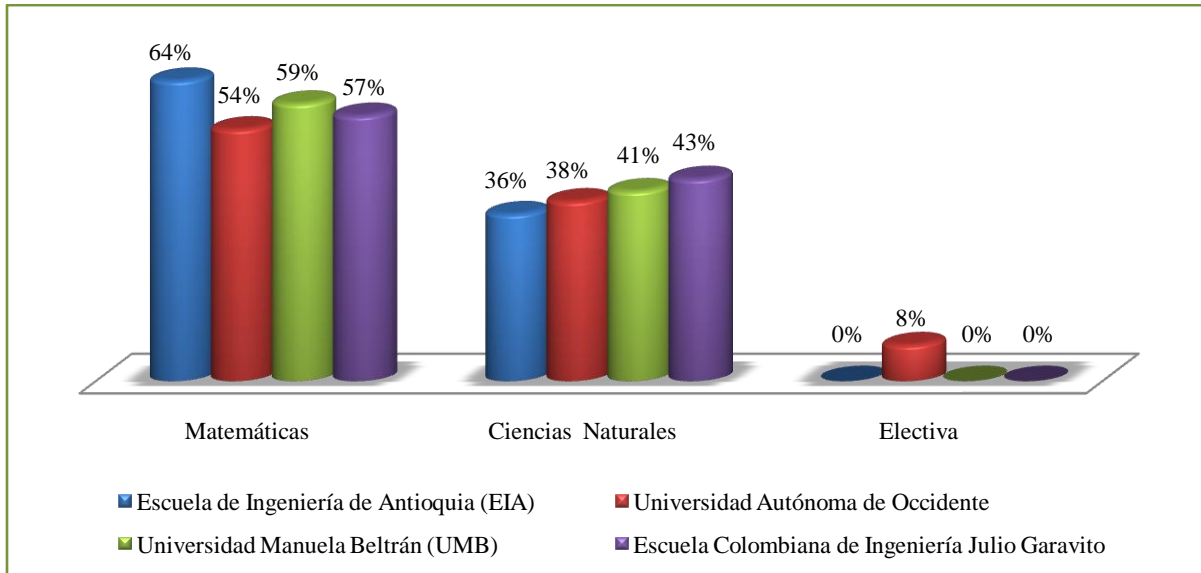


Gráfica 1. Áreas del conocimiento del contenido curricular de los programas de Ingeniería Biomédica.

Fuente: (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2013; Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2013; Universidad Autónoma de Occidente, 2013; Universidad Manuela Beltrán, 2013); Elaboración: Johana Reinoso

Esta información nos da una noción de cómo se integran las áreas del conocimiento en los currículos, pero no nos permite analizar si existe una interdisciplinariedad en ellos; por lo tanto se estudia cada área del conocimiento por aparte, con el fin de establecer si existe una formación integral del ingeniero biomédico en el país. Iniciemos analizando las ciencias básicas, la cual está conformada por las matemáticas y las ciencias naturales (física y química), en donde se observa que para los cuatro programas los cursos de matemáticas cubren un 54% del total de

los créditos en esta área del conocimiento; y la Universidad Autónoma del Occidente a diferencia de las otras universidades, tiene en su currículo una electiva para ciencias básicas. (Véase en la Gráfica 2).

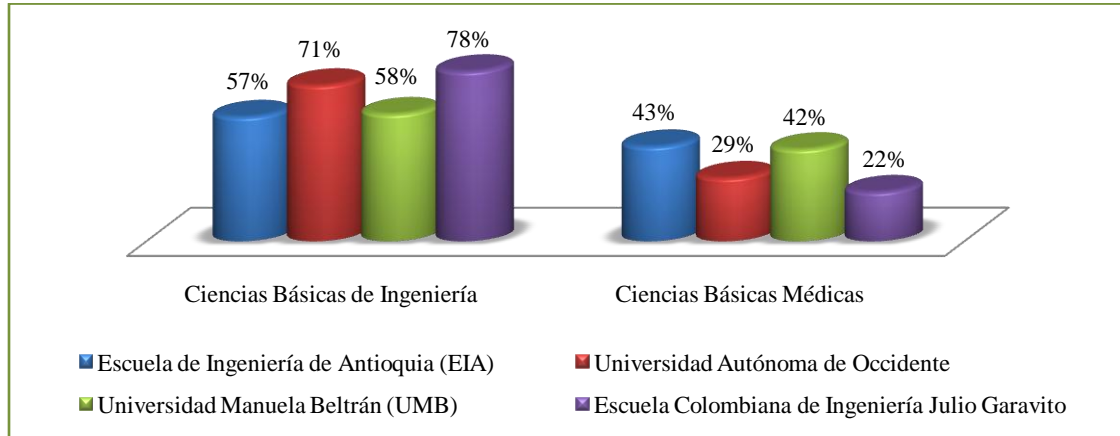


Gráfica 2. Ciencias básicas de los programas de Ingeniería Biomédica.

Fuente: (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2013; Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2013; Universidad Autónoma de Occidente, 2013; Universidad Manuela Beltrán, 2013); Elaboración: Johana Reinoso

En la Gráfica 3 las ciencias básicas profesiones, está conformada por las ciencias básicas de ingeniería y las ciencias médicas, es decir, que desde ya se evidencia que existe una interdisciplinariedad, donde prima el conocimiento en las ciencias básicas de ingeniería, siendo este mayor en las Universidad Autónoma de Occidente y en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y el conocimiento de las ciencias básicas médicas está por debajo del 29%. En este punto surge la inquietud ¿cuál es conocimiento que los ingenieros biomédicos deben tener en las ciencias básicas médicas?, teniendo en cuenta que el ingeniero biomédico es el puente entre la ingeniería y la medicina, desarrollando soluciones tecnologías para el sector salud, es

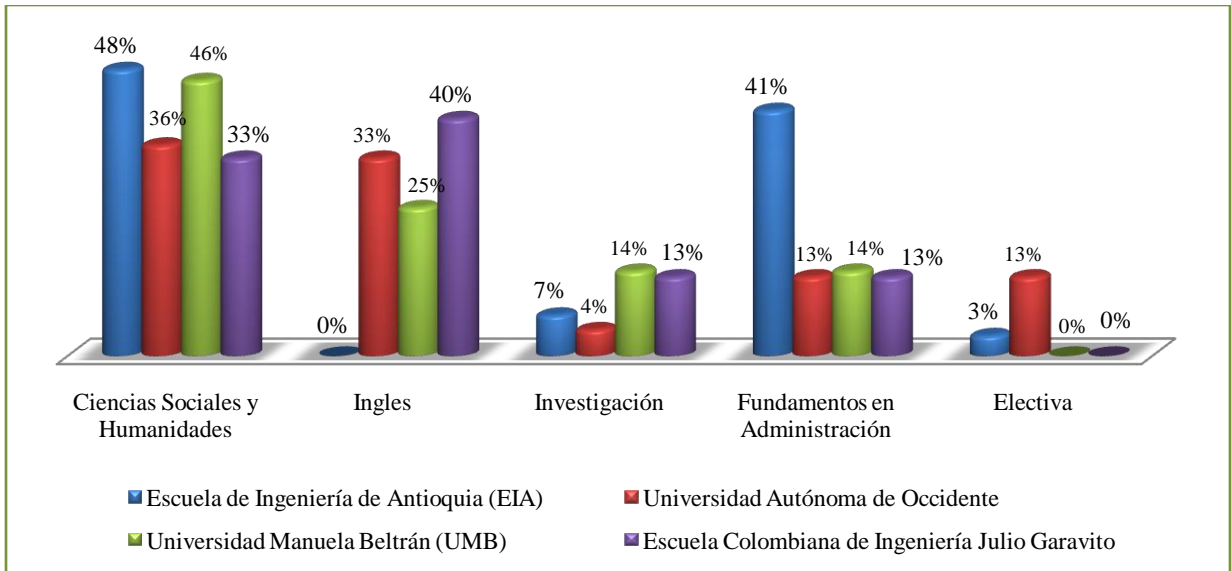
decir, que deberían tener un conocimiento amplio en las ciencias básicas médicas, para poder tener herramientas para analizar los problemas y generar soluciones.



Gráfica 3. Ciencias básicas profesionales de los programas de Ingeniería Biomédica.

Fuente: (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2013; Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2013; Universidad Autónoma de Occidente, 2013; Universidad Manuela Beltrán, 2013); Elaboración: Johana Reinoso

En la formación complementaria que se da en los programas de Ingeniería Biomédica está conformada por las ciencias sociales y humanidades, inglés, investigación, fundamentos en administración y electivas; se observa en la Gráfica 4 que los cuatro programas integran el deber ser en sus currículos; la EIA no incluye dentro de sus cursos la formación en inglés y tiene un alto componente en los fundamentos de administración; y la Universidad Autónoma de Occidente en su currículo deja ver la flexibilidad que brinda a los estudiantes en esta área. En cuanto a los fundamentos en investigación de los cuatro programas es poca, la cual debería ser mayor, ya que desde el primer semestre se debería crear la cultura en la investigación para generar nuevas propuestas tecnológicas o mejoras a las existentes.



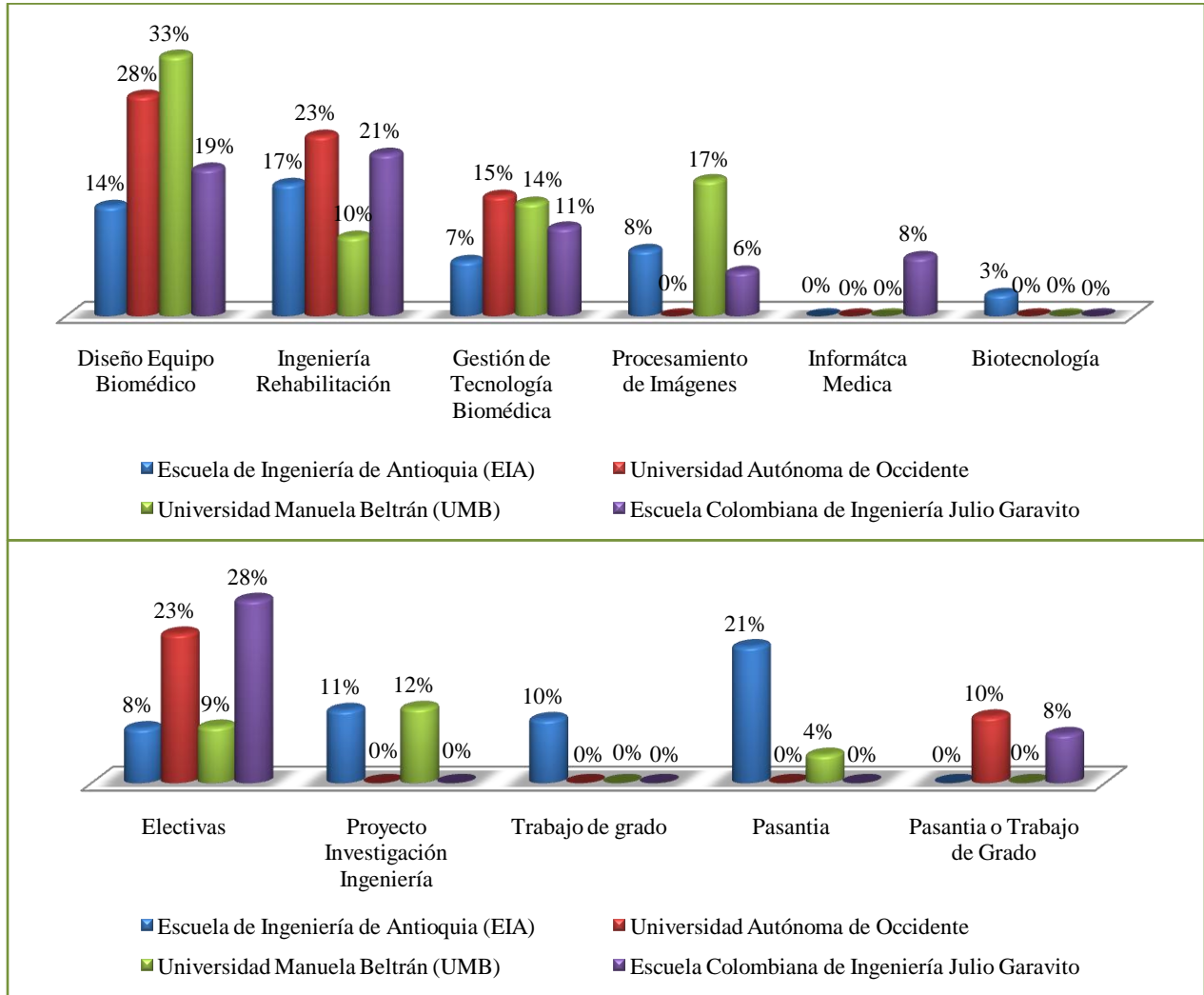
Gráfica 4. Formación complementaria de los programas de Ingeniería Biomédica.

Fuente: (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2013; Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2013; Universidad Autónoma de Occidente, 2013; Universidad Manuela Beltrán, 2013); Elaboración: Johana Reinoso

En el área de conocimiento de la ingeniería aplicada hace referencia al conocimiento específico de la Ingeniería Biomédica, donde se dan las líneas de profundización; se observa en la Gráfica 5 que la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito es la única en incluir cursos en informática médica y la EIA incluye cursos de Biotecnología; los programas de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y la Universidad Autónoma de Occidente ofrecen en los currículos flexibilidad a los alumnos para profundizar en cursos específicos.

Al analizar la inclusión que hacen los currículos de espacios para la investigación y pasantías o prácticas profesionales se encuentra que la EIA proporciona espacios para desarrollar investigación en curso de proyectos de investigación y trabajo de grado, y le permite a los estudiantes colocar en práctica los conocimientos adquiridos, la cual se realiza en el noveno semestre; la UMB genera espacios para realizar un proyecto de investigación y realizar prácticas, las cuales se realizan en decimo semestre; mientras que en contraste encontramos que la Escuela

Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y la Universidad Autónoma de Occidente establecen que en decimo semestre los alumnos tienen la opción de hacer un trabajo de grado o pasantía.



Gráfica 5. Ingeniería Aplicada de los programas de Ingeniería Biomédica.

Fuente: (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2013; Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2013; Universidad Autónoma de Occidente, 2013; Universidad Manuela Beltrán, 2013); Elaboración: Johana Reinoso

Análisis diseño curricular vs perfil profesional.

Antes de iniciar el análisis es conveniente revisar que es la ingeniería biomédica y cuál es que hacer del ingeniero biomédico, para tener un punto de partida en el análisis; se dice que la

ingeniería es una disciplina que evoluciona permanentemente con la creación y mejora de nuevas tecnologías, herramientas informáticas, teorías, procesos, requisitos y normas; y en el caso puntual de la Ingeniería Biomédica, es una ciencia que aplica los principios de la ingeniería para el diseño y la fabricación de dispositivos médicos² que puedan controlar las funciones fisiológicas, y dar soporte en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes, con el fin de identificar los problemas y necesidades del sector salud, generando sistemas más eficaces y eficientes que contribuyen a mejorar la calidad de vida de las personas (Bronzino, 2006). Es decir, que la Ingeniería Biomédica es una ciencia que integra los principios de la ingeniería para la solución de problemas en el área de la salud, en donde el ingeniero biomédico realiza actividades de investigación, diseño, desarrollo e implementación de dispositivos médicos en las áreas de la biomecánica, biomateriales, bioinformática, telemedicina, ingeniería clínica, ingeniería de rehabilitación, modelado fisiológico, bionanotecnología, instrumentación biomédica, ingeniería de tejidos y biotecnología.

Lo anterior nos da la pauta para entrar a analizar la coherencia y pertinencia de los contenidos curriculares con los perfiles profesionales que ofrecen los programas de Ingeniería Biomédica en las universidades de Colombia. Iniciemos analizando el perfil de un ingeniero biomédico para la línea de diseño de equipo biomédico, observamos en la Tabla 2 que los cuatro programas en sus perfiles dicen que los ingenieros biomédicos se pueden diseñar, desarrollar, adaptar y brindar soluciones a los problemas de salud, y si retomamos el contenido curricular podemos decir:

² Un dispositivo médico es un instrumento, aparato, máquina, equipo, implante, reactivo “in-vitro”, software, insumo u otro artículo similar o relacionado, para ser usado sólo o en combinación, incluyendo sus componentes, partes, accesorios.

- La Escuela de Ingeniería de Antioquia en su currículo ofrece cuatro cursos para adquirir habilidades y herramientas para el diseño de equipos biomédicos.
- La Universidad Autónoma de Occidente ofrece en su currículo cuatro cursos de bioinstrumentación y diseño de dispositivos médicos, ofreciendo la opción de profundizar en esta línea por medio de las tres electivas profesionales que ofrece.
- La Universidad Manuela Beltrán ofrece en su programa nueve cursos de diseño de equipos médicos usados en el diagnóstico, tratamiento y soporte, e imagenología.
- La Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito ofrece tres materias en bioinstrumentación y diseño biomédico.

Tabla 2. Perfil profesional en diseño y desarrollo de los programas de Ingeniería Biomédica en Colombia

	Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA)	Universidad Autónoma de Occidente	Universidad Manuela Beltrán (UMB)	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Diseño Equipo Biomédico	Diseño, desarrollo y adaptación de tecnologías para la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.	Diseño, implementación y control de la tecnología que los servicios de salud requieren.	Aportar soluciones para el desarrollo, mejoramiento, sostenimiento, innovación e investigación en áreas de instrumentación.	Solucionar problemas de las ciencias de la vida. Desarrollar y aplicar tecnologías biomédicas en la industria, el sistema de salud y centros de investigación.

Fuente: (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2013; Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2013; Universidad Autónoma de Occidente, 2013; Universidad Manuela Beltrán, 2013); Elaboración: Johana Reinoso

Ahora analicemos el perfil del ingeniero biomédico en la línea de rehabilitación, en donde los cuatro programas en sus perfiles establecen que los ingenieros biomédicos están en la capacidad de generar y adaptar tecnología para brindar soluciones a las personas con discapacidad o pérdida temporal de alguna de una función (véase en la Tabla 3); y al revisar el contenido de los currículos de los cuatro programas, todos en forma general ofrecen cursos de biomateriales y biomecánica.

Tabla 3. Perfil profesional en ingeniería de rehabilitación de los programas de Ingeniería Biomédica en Colombia

	Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA)	Universidad Autónoma de Occidente	Universidad Manuela Beltrán (UMB)	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Ingeniería de Rehabilitación	Diseño, desarrollo y adaptación de tecnologías para habilitación y rehabilitación de personas con discapacidad o pérdida temporal de una función.	Diseño de ayudas técnicas para el restablecimiento de las funciones motoras perdidas o disminuidas.	Aportar soluciones para el desarrollo, mejoramiento, sostenimiento, innovación e investigación en el área de rehabilitación.	Investigar, desarrollar y aplicar productos en la ingeniería de rehabilitación.

Fuente: (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2013; Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2013; Universidad Autónoma de Occidente, 2013; Universidad Manuela Beltrán, 2013); Elaboración: Johana Reinoso

Entre tanto, el perfil profesional del ingeniero biomédico en la gestión de tecnología biomédica tiene diversas aplicaciones, en donde cada universidad lo ha establecido de la siguiente manera (véase en la Tabla 4):

- La Escuela de Ingeniería de Antioquia ofrece tres cursos de gestión de tecnología, brindando herramientas para que brinde soluciones a las problemáticas relacionadas con la gestión tecnológica, la seguridad y cuidado del paciente.
- La Universidad Autónoma de Occidente ofrece tres cursos de ingeniería clínica, brindando las herramientas necesarias para administrar tecnologías biomédicas, coordinar departamentos de ingeniería clínica, implementar normas de bioseguridad y normativas, capacitar al personal de la salud y asesor a entidades de salud en la compra de dispositivos médicos.
- La Universidad Manuela Beltrán en su currículo establece seis cursos que compren la legislación, administración de tecnologías, ingeniería clínica y hospitalaria; las cuales permite al profesional gestionar servicios del área de la salud y asesorar proyectos para la salud, implementación de normas, tramites de patentes y requisitos regulatorios.

- La Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito ofrece dos cursos de gestión de mantenimiento e ingeniería clínica y hospitalaria, cuya finalidad es brindarle al profesional los métodos y herramientas para reparar tecnologías biomédicas, e investigar y proporcionar mejoras de los problemas presentados con los dispositivos médicos.

Tabla 4. Perfil profesional en gestión de tecnología biomédica de los programas de Ingeniería Biomédica en Colombia

Gestión de Tecnología Biomédica	Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA)	Universidad Autónoma de Occidente	Universidad Manuela Beltrán (UMB)	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
		Gerente o consultor en la gestión y administración de tecnologías biomédicas.	Gestión para el mejoramiento integral de los servicios de salud.	Reparar y gestionar tecnologías biomédicas.
		Jefe del departamento de mantenimiento en instituciones de salud.		
	Planear, organizar, dirigir y evaluar alternativas de solución para las situaciones problemáticas del sector salud, relacionadas con la gestión de la tecnología, seguridad y cuidado del paciente.	Supervisar e instruir al personal del área de la salud, en el uso seguro de la tecnología biomédica.	Asesoría y consultoría en proyectos para la salud	Ser un interlocutor entre la tecnología biomédica y el equipo de salud.
		Asesor de instituciones de salud en la implementación de normas nacionales e internacionales de bioseguridad.		
		Crear y emplear herramientas tecnológicas para el diagnóstico y tratamiento médico, buscando alcanzar una alta calidad, acorde a las reglamentaciones y estándares nacionales e internacionales.	Asesoría en patentes, normas y trámites ante autoridades nacionales.	Investigar accidentes y daños relacionados con la tecnología biomédica, y propiciar el mejoramiento continuo.
		Gerente o asesor comercial de empresas productoras y/o comercializadoras de equipos médicos.		

Fuente: (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2013; Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2013; Universidad Autónoma de Occidente, 2013; Universidad Manuela Beltrán, 2013); Elaboración: Johana Reinoso

En la Tabla 5 se observan los tres perfiles profesionales que menos desarrollo tienen en el país; en primer lugar está la biotecnología la cual en el currículo de la EIA establece un curso que brinda los conceptos y herramientas necesarias para generar soluciones biotecnológicas; y el programa de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito en su perfil establece que el profesional puede participar en investigaciones de genómica, pero en el currículo no se visualiza

ningún curso para cumplir con este perfil. En el procesamiento de imágenes la UMB Y LA Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito en sus currículos establecen cursos que permiten realizar innovaciones en el procesamiento de las imágenes. Por último, la informática médica está incluida únicamente en el programa de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito con dos cursos que conlleva a diseñar herramientas para el sector salud.

Tabla 5. Perfiles profesionales en programas de Ingeniería Biomédica en Colombia

	Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA)	Universidad Autónoma de Occidente	Universidad Manuela Beltrán (UMB)	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Biotecnología	Soluciones biotecnológicas a necesidades de la salud.	N.A.	N.A.	Investigar, desarrollar y aplicar productos en el área de la genómica y proteómica.
Procesamiento de imágenes	N.A.	N.A.	Aportar soluciones para el desarrollo, mejoramiento, sostenimiento, innovación e investigación en el área de procesamiento digital de señales.	Investigar, desarrollar y aplicar productos en el área de procesamiento de imágenes.
Informática Médica	N.A.	N.A.	N.A.	Investigar, desarrollar y aplicar productos en el área de la bioinformática.

Notas: N.A. es la sigla de no aplica.

Fuente: (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2013; Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2013; Universidad Autónoma de Occidente, 2013; Universidad Manuela Beltrán, 2013); Elaboración: Johana Reinoso

Me queda por añadir que la pertinencia en la universidad se puede medir desde el papel que está debe desempeñar para dar respuesta a las necesidades de la sociedad, las cuales van de la mano con los requerimientos del mundo laboral y mejorar las condiciones de vida de sus ciudadanos.

Conclusión

Todo lo dicho hasta ahora explica porque los ingenieros biomédicos formados en las universidades de Colombia no se encuentran en capacidad de diseñar o mejorar tecnologías

biomédicas, ya que en el análisis curricular con los perfiles profesionales, evidencia que a pesar de que se tienen cursos que aportan conocimientos básicos y aplicados al diseño de dispositivos médicos, no se tiene certeza si el contenido y las metodologías implementadas permiten que los estudiantes y por ende los profesionales aprendan a analizar los problemas del sector salud, teniendo en cuenta el contexto en donde este se desarrolla para poder generar soluciones efectivas; lo mismo ocurre con las pasantías o prácticas profesionales y los procesos de investigación, ya que se evidencia que los currículos las incluyen, pero en la práctica el enfoque se da a líneas como la ingeniería clínica, gestión de tecnología y el área comercial; y no se genera en el estudiante la motivación para realizar investigación, al ser pocas las oportunidades para hacer parte de los grupos de investigación y por ende de generar patentes en el país.

Esto nos lleva a concluir que los currículos de los programas de Ingeniería Biomédica se deben evaluar y plantear para que respondan a los criterios de una formación integral, en donde los profesionales no se queden solo con el saber y el hacer, sino que aprendan a aprender, aprendan a emprender, y aprendan a innovar.

Referencias

Bronzino, J. D. (2006). *The Biomedical Engineering Handbook. Medical Devices and Systems.*

Boca Raton: Taylor & Francis.

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (2013). *Malla Curricular Programa de*

Ingeniería Biomédica. Recuperado de

http://www.urosario.edu.co/urosario_files/PortalUrosario/a3/a3091aaa-6ec3-4202-8fad-28333913f728.pdf

Escuela de Ingeniería de Antioquia (2013). *Plan de Estudio Ingeniería Biomédica.* Recuperado

de <http://www.eia.edu.co/site/index.php/pregrados/programas/ing-biomedica/plan-estudio-ing-biomedica.html>.

Lafranceso, G. M. (2004). *Currículo y Plan de Estudios: Estructura y Planeamiento.* Bogotá:

Cooperativa Editorial Magisterio.

Malagón, L. A. (2008). *Educación Superios e Interacción Curricular.* Bogotá: Magisterio.

Ministerio de Educación Nacional (2013a). *Observatorio Laboral para la Educación.*

Recuperado de http://www.graduadoscolombia.edu.co:8380/eportal/web/observatorio-laboral/programas-carreras1?p_auth=63TRbtWo&p_p_id=com_ideasoft_o3_portlets_O3ControlPortlet_WAR_o3portal_INSTANCE_S12e&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_

Ministerio de Educación Nacional (2003). *Resolución 2773 de 2003: Características específicas de calidad para los programas de formación profesional de pregrado en Ingeniería.*

Recuperado de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86417_Archivo_pdf.pdf.

Ministerio de Educación Nacional (2013b). *SNIES - Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Recuperado de

<http://snies.mineducacion.gov.co/consultasnies/programa/buscar.jsp?control=0.4038819276781048>.

Universidad Autónoma de Occidente (2013). *Plan de Estudios Programa de Ingeniería Biomédica*. Recuperado de

http://ingenieria.uao.edu.co/boletin/galeria_imagenes_boletin/planes2013/plan_estudio_biomedica.pdf.

Universidad Manuela Beltrán (2013). *Plan de Estudios Ingeniería Biomédica*. Recuperado de

<http://www.umb.edu.co/programas/pregrados/biomedica/>.