

**FACTORES INFLUYENTES EN LA EVOLUCIÓN DEL PREGRADO DE INGENIERÍA  
BIOMÉDICA EN BOGOTÁ (COLOMBIA), UNA APROXIMACIÓN EN TRES  
ESCENARIOS DE AFECTACIÓN.**

PRESENTADO POR

JHOANA LILI MENDEZ CASTAÑEDA  
JAIR LEONARDO DELGADO ROSERO

DIRECTOR

ING. LUIS JAVIER MARTINEZ GUERRERO

UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD DE INGENIERÍA BIOMÉDICA  
BOGOTÁ D.C.

2016

Nota de aceptación.

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado.

---

Firma del jurado.

---

Firma del jurado.

Bogotá D.C. Abril de 2016

## FORMATO ACTA OPCIÓN DE GRADO

## FORMATO CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

## TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS .....	6
LISTA DE GRÁFICAS.....	7
LISTA DE ILUSTRACIONES .....	8
RESUMEN .....	9
INTRODUCCIÓN .....	1
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
PROBLEMA DE INVESTIGACION .....	2
Descripción del problema.....	2
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
Objetivo General .....	5
Objetivos Específicos .....	5
JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN .....	5
Justificación.....	5
Delimitación.....	7
MARCO CONCEPTUAL .....	8
MARCO LEGAL .....	10
ESTADO DEL ARTE.....	11
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	11
DISEÑO METODOLÓGICO.....	12
FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	12
Fuentes Primarias .....	12
Fuentes Secundarias.....	13
RECURSOS.....	13
Recurso Humano .....	13
Recurso Tecnológico.....	14
CRONOGRAMA .....	14
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
Contexto Nacional .....	15

Afectación local (Bogotá D.C.) .....	18
Desarrollo de la metodología de investigación .....	22
FACTOR 1. (ANTES) Diversidad conceptual de la profesión.....	23
Técnica de investigación N° 1. Análisis de datos herramienta SNIES.....	23
Técnica N° 2. Entrevista estructurada.....	29
Técnica N° 3. Encuesta virtual (Anexo “A”, ficha técnica de la encuesta).....	31
FACTOR 2. (DURANTE) Causas determinantes de abandono estudiantil.....	33
Técnica de investigación N° 1. Análisis de datos herramientas Mineducación.....	33
Técnica N° 3. Encuesta virtual (Anexo “A”, ficha técnica de la encuesta).....	35
FACTOR 3. (DESPUÉS) Titulación universitaria con “mentalidad” técnico.....	38
Técnica de investigación N° 1. Análisis de datos herramientas Mineducación.....	38
Técnica N° 3. Encuesta virtual (Anexo “A”, ficha técnica de la encuesta).....	40
CONCLUSIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA .....	43

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Recurso humano utilizado en la investigación .....	13
Tabla 2. Recurso tecnológico utilizado en la investigación .....	14
Tabla 3. Graduados del pregrado Ing. Biomédica a nivel nacional .....	15
Tabla 4. Graduados del pregrado Ing. Biomédica por departamento.....	17
Tabla 5. Graduados del pregrado Ing. Biomédica en Bogotá .....	19
Tabla 6. Total graduados del pregrado de Ing. Biomédica en Bogotá .....	19
Tabla 7. Graduados de los diferentes programas de pregrado en Ingeniería .....	20
Tabla 8. Caracterización de las IES que ofertan el pregrado en Bogotá.....	24
Tabla 9. Criterios de búsqueda de la herramienta SNIES - MEN.....	25
Tabla 10. Método de búsqueda N° 1: “BÁSICO” .....	26
Tabla 11. Método de búsqueda N° 2: “INTERMEDIO” .....	26
Tabla 12. Método de búsqueda N° 3: “AVANZADO” .....	27
Tabla 13. Método de búsqueda N° 4: “IDEAL” .....	27
Tabla 14. Clasificación de IES por NBC .....	28
Tabla 15. Vinculación laboral RECIEN GRADUADOS nacional .....	38
Tabla 16. Vinculación laboral GENERAL nacional.....	38
Tabla 17. Ingreso salarial y tasa de cotizantes egresados.....	39

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Total graduados del pregrado de Ing. Biomédica en Colombia .....	16
Gráfica 2. Tendencia de graduados en Colombia .....	16
Gráfica 3. Tendencia de graduados en Bogotá por género .....	20
Gráfica 4. Caracterización estudiantil del pregrado de Ing. Biomédica en Colombia .....	34
Gráfica 5. Caracterización estudiantil del pregrado de Ing. Biomédica en Bogotá.....	35
Gráfica 6. Ingreso salarial egresados del pregrado Ing. Biomédica en Bogotá.....	39
Gráfica 7. Tasa de cotizantes egresados del pregrado Ing. Biomédica en Bogotá .....	39

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ofertas laborales relacionadas a Ingeniería Biomédica en Bogotá.....	4
Ilustración 2. Densidad de graduados del pregrado de Ing. Biomédica en Colombia .....	18
Ilustración 3. Criterios de búsqueda de la herramienta SNIES - MEN. ....	25

## RESUMEN

El presente documento contiene los resultados de una investigación histórico-descriptiva, realizada con el fin de determinar los factores influyentes en la evolución del pregrado de ingeniería Biomédica en Bogotá, realizando en primera instancia una caracterización del programa académico en un periodo de diez años (2005 – 2014), donde se muestra en contexto su evolución académica, variables incidentes y estadísticas específicas, lo cual permitió hacer un primer diagnóstico de la situación.

Por consiguiente, se describen dos grandes escenarios de análisis, un contexto nacional y un contexto local en la ciudad de Bogotá, obteniendo de esta forma datos estadísticos a través de la herramienta de consulta del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, del total de graduados en Ingeniería en las once Universidades que ofrecen este pregrado, así como la tendencia de graduados por géneros, tanto a nivel nacional como en Bogotá.

Las técnicas utilizadas para obtención de información en el presente documento, fueron las herramientas de consulta del Ministerio de Educación Nacional, una entrevista con funcionarios del Mineducación y finalmente, una encuesta virtual.

Es así, como en la investigación se desarrollan tres escenarios considerados importantes para el planteamiento de la misma, denominados de la siguiente manera:

*Factor 1. (ANTES de ingresar a la universidad) Diversidad conceptual de la profesión*, en el cual se describen los obstáculos con que se enfrentan los estudiantes a la hora de escoger el pregrado de ingeniería Biomédica a través de la herramienta SNIES; así mismo, se presentan las principales conclusiones de la entrevista llevada a cabo con funcionarios del Mineducación y los resultados obtenidos a través de la encuesta virtual realizada a estudiantes de las diferentes universidades que están cursando el programa, donde se evidencia entre otros, un desconocimiento de aspectos históricos del pregrado, confusión del concepto de Ingeniería Biomédica y diversidad de clasificación del núcleo básico de conocimiento.

*Factor 2. (DURANTE) Causas determinantes de abandono estudiantil*, en este escenario se analizan datos estadísticos de la cantidad de matriculados, graduados, no graduados y desertores del programa de Ingeniería Biomédica tanto a nivel nacional como local, realizando un contexto general del pregrado que ayude a entender las causas de deserción estudiantil; se presentan también los resultados obtenidos de la encuesta virtual, dentro de los cuales se resalta que el 59% de los encuestados consideran que la principal causa de deserción está relacionada con el pensum académico, infraestructura y calidad de docentes, etc., y que a pesar de esto, el 51% de los encuestados no piensan abandonar sus estudios de ingeniería.

*FACTOR 3. (DESPUES) Titulación universitaria en pregrado, pero con una "mentalidad" técnico o tecnológica, dentro de este escenario se hace un análisis de datos obtenidos en las herramientas del Mineducación, con el fin de conocer la situación de vinculación laboral, ingreso salarial, tasa de cotizantes y percepción de la comunidad estudiantil de esta problemática; se presenta también los resultados obtenidos de la encuesta virtual, dentro de los cuales se destaca que el 45% de los encuestados considera que no existe una buena oferta laboral.*

## INTRODUCCIÓN

La formación académica en Ingeniería Biomédica en el mundo, dejó de ser un programa de “relleno” que busca cumplir con estadísticas de diferentes instituciones educativas o incluso, para ser vistos como instituciones a la “moda” que se encuentran a la vanguardia tecnológica en términos de educación con la única finalidad de captar la mayor cantidad de estudiantes y por ende, recursos económicos, para convertirse hoy en día en una necesidad de primer orden dentro de la agenda educativa de cualquier nación.

Colombia no es ajena a esta necesidad académica, la cual presenta una evolución en paralelo con los continuos avances tecnológicos del sector sanitario en beneficio integral de los pacientes, ofreciendo programas técnicos, tecnológicos, en pregrado y posgrado de la Ingeniería Biomédica o Bioingeniería como núcleo básico de conocimiento, buscando fortalecer las competencias profesionales de los futuros ingenieros del país.

Sin embargo, las pocas investigaciones académicas sobre la evolución o involución llegado el caso del pregrado de Ingeniería Biomédica a nivel nacional, se encuentran direccionadas principalmente a la oferta y demanda presente en el país, dejando de analizar otros factores y escenarios de intervención estudiantil, como la deserción y oferta laboral entre otros, los cuales podrían servir de guía o insumo dentro de una apreciación estratégica de la situación académica real.

Por tal razón, la presente investigación plantea la necesidad urgente de realizar un análisis de campo sobre la pertinencia educativa del pregrado al igual que las fortalezas y debilidades del programa académico, tomando como referencia a la ciudad de Bogotá por ser el principal centro de estudio a nivel nacional, abordando la problemática presente que afrontan los estudiantes antes de ingresar a la universidad, durante su proceso educativo y la situación que padecen la mayoría de recién graduados una vez culminan sus estudios universitarios y se enfrentan al mundo comercial.

Finalmente, es necesario destacar que los resultados obtenidos en el presente análisis académico, fueron realizados por diferentes técnicas investigativas donde se tuvo en cuenta a personal de estudiantes universitarios y egresados del pregrado de Ingeniería Biomédica de Bogotá, funcionarios del Ministerio de Educación Nacional, al igual que herramientas tecnológicas de consulta de base de datos oficiales del Gobierno Nacional, lo cual brindó la oportunidad de integrar toda la información *multifuentes* y hacer una mayor aproximación y análisis de la situación actual del pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá.

## TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

Factores influyentes en la evolución del pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá (Colombia), una aproximación en tres escenarios de afectación.

## PROBLEMA DE INVESTIGACION

### ***Descripción del problema.***

La Ingeniería Biomédica en Colombia, por tratarse de un área del conocimiento relativamente nueva en comparación con otras ingenierías, presenta un escaso estudio e investigaciones relacionadas con el panorama actual de la formación académica y oferta laboral en nuestro país, dejando de analizar cifras estadísticas, deserción estudiantil, oferta regional a graduados y su evolución o involución llegado el caso, de la profesionalización de la carrera.

Para lograr entender el problema planteado, se hace una clasificación del problema de investigación por los diferentes periodos de participación académica de la población estudiantil, en los siguientes escenarios: ANTES, DURANTE y DESPUÉS. Las fases anteriormente descritas, están relacionadas con los tiempos que podría librar cualquier estudiante que decida cursar el pregrado de Ingeniería Biomédica o afines en Bogotá. A continuación se describe y especifica el problema en particular por su respectiva fase de intervención:

Escenario “Antes”.

Esta fase indica el proceso que se lleva a cabo antes de ingresar a cualquier institución de educación superior para estudiar el pregrado de ingeniería Biomédica en Bogotá.

Primero debemos conocer el concepto académico de la carrera, para lo cual tomamos como referencia la definición de las 20 entidades (Corporaciones, Escuelas, Fundaciones, Instituciones, Universidades) que se encuentran o estuvieron involucradas en algún momento de su historia, con la oferta académica del pregrado de Ingeniería Biomédica o afines en Colombia, logrando recopilar el siguiente concepto muy sucinto que se presenta como propuesta para el presente trabajo, resaltando que no significa ser el más apropiado o específico teniendo en cuenta diversidad de posturas académicas/científicas, pero que reúne la mayoría de definiciones, así: *Integración y aplicación de conocimientos entre la ingeniería y la medicina para crear soluciones a problemas médicos que permitan mejorar la calidad de vida humana.*

Si bien es cierto, se presenta un concepto como propuesta e insumo para la presente investigación, en el mercado académico nacional se encuentra una variedad de conceptos y planteamientos al interior de cada centro educativo, lo cual puede obedecer a dos

posibles circunstancias: posturas de profesionales de turno y/o lineamientos político/económicos de cada institución. Profesiones como la medicina, derecho, ingeniería civil, etc., presentan conceptos claros, lógicos y específicos en su definición como profesión, que no dan pie a duda al personal ajeno a cada especialidad, siendo de mayor beneficio para aquellas personas que deseen inclinarse por su estudio técnico, tecnológico o profesional. Sin embargo, en el caso de la Ingeniería Biomédica se observa que se abre la ventana para la interpretación y definición de forma particular y a intereses propios, generando que existan diferentes mallas curriculares y núcleos básicos del conocimiento en su formación académica de pregrado, identificando de esta forma, una probable explicación que requiera un análisis investigativo: ***diversidad conceptual de la profesión.***

#### Escenario “Durante”

Esta fase indica el periodo en el cual el estudiante se encuentra cursando el pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá.

Quienes hayan superado la barrera de la diversidad conceptual de la profesión y continúen con el ánimo de adentrarse en esta formación académica, presentan distintas circunstancias que obligan a la gran mayoría, al abandono total o parcial de sus estudios. Cifras estadísticas del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) [1] y el Observatorio Laboral para la educación, registran que durante el periodo comprendido del año 2001 al 2014 [2], se matricularon 38.702 estudiantes para los diferentes programas académicos de Ingeniería Biomédica en Colombia (técnica, tecnológica, universitaria, especialización, maestría), presentándose la graduación de tan solo 4.032 estudiantes, lo cual representa tan solo el 10% del potencial. La formación universitaria en pregrado presenta el nivel más bajo de Graduados vs. Matriculados con un 9%, mientras que la formación por especialización, el más alto con un 56%.

Lo anterior, podría obedecer a diferentes explicaciones que podrían sustentar de algún u otra forma la problemática, como por ejemplo, la capacidad económica, nivel de madurez y/o capacidad intelectual del estudiante, ignorancia sobre las áreas de conocimiento, etc., que no van más allá de un pensamiento subjetivo que demanda un completo análisis que permita identificar realmente las ***causas determinantes de abandono estudiantil.***

#### Escenario “Después”

Esta fase indica el periodo en el cual el estudiante ha culminado satisfactoriamente sus estudios de pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá y ostenta el título profesional.

Posterior a la formación académica, superando varios obstáculos en su proceso de formación como los descritos anteriormente, se presenta el caso particular de la formación universitaria en pregrado, el cual se enfrenta a una exigente lucha para una oportuna vinculación laboral, que permita explotar las técnicas, cualidades y competencias profesionales adquiridas. No obstante, algunas industrias del sector comercial público o

privado, mantienen una percepción del Ingeniero Biomédico como una carrera meramente técnica, enfocada al mantenimiento y/o reparaciones electrónicas; lo anterior conlleva al que personal recién graduado, encuentre en el mercado laboral ofertas como las siguientes:

Ilustración 1. Ofertas laborales relacionadas a Ingeniería Biomédica en Bogotá.

<p><b>Resumen de la oferta</b></p> <p>Ingenieros Biomédicos en Bogotá, D.C., Bogotá, D.C.</p> <p><b>Empresa</b> Supernumerarios S.A.</p> <p><b>Jornada</b> Tiempo Completo</p> <p><b>Tipo de contrato</b> Contrato de Obra o labor</p> <p><b>Salario</b> \$ 644.350,00 (Neto mensual)</p> <p style="text-align: center;"><b>Aplicar</b></p>	<table border="1"> <tr> <td><b>Empresa</b></td> <td>Confidencial</td> </tr> <tr> <td><b>Para Trabajar En</b></td> <td>Bogotá D. C., Colombia</td> </tr> <tr> <td><b>Sectores</b></td> <td>Comercio – Mercadeo – Ventas / Comercial / Ventas</td> </tr> <tr> <td><b>Descripción del Trabajo</b></td> <td>Se requiere ingeniero/tecnólogo biomédico para el cargo de ejecutivo de ventas. Preferiblemente mujer, con capacidad de adaptación, manejo de clientes, proactividad, orientado a cumplir metas. Obligatorio: experiencia laboral comprobada en área de ventas. Adjuntar hoja de vida en formato pdf.</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>Salario: \$ 800.000,00 (Neto mensual)</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ciudad: bogotá, d.c., bogotá</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>Fuente: www.buscojobs.com.co</b></p>	<b>Empresa</b>	Confidencial	<b>Para Trabajar En</b>	Bogotá D. C., Colombia	<b>Sectores</b>	Comercio – Mercadeo – Ventas / Comercial / Ventas	<b>Descripción del Trabajo</b>	Se requiere ingeniero/tecnólogo biomédico para el cargo de ejecutivo de ventas. Preferiblemente mujer, con capacidad de adaptación, manejo de clientes, proactividad, orientado a cumplir metas. Obligatorio: experiencia laboral comprobada en área de ventas. Adjuntar hoja de vida en formato pdf.		<b>Salario: \$ 800.000,00 (Neto mensual)</b>		Ciudad: bogotá, d.c., bogotá
<b>Empresa</b>	Confidencial												
<b>Para Trabajar En</b>	Bogotá D. C., Colombia												
<b>Sectores</b>	Comercio – Mercadeo – Ventas / Comercial / Ventas												
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se requiere ingeniero/tecnólogo biomédico para el cargo de ejecutivo de ventas. Preferiblemente mujer, con capacidad de adaptación, manejo de clientes, proactividad, orientado a cumplir metas. Obligatorio: experiencia laboral comprobada en área de ventas. Adjuntar hoja de vida en formato pdf.												
	<b>Salario: \$ 800.000,00 (Neto mensual)</b>												
	Ciudad: bogotá, d.c., bogotá												

**Fuente: www.computrabajo.com.co**

Teniendo en cuenta cifras estadísticas del Observatorio laboral de Colombia, en lo referente a la vinculación laboral de recién graduados del pregrado de Ingeniería Biomédica, evaluando el ingreso y tasa de cotización por programa académico, se puede determinar que para el año 2013, el promedio de ingreso salarial fue de \$ 1'746.104 con una tasa de cotizantes del 74.9% [3]. Sin embargo, la percepción y oferta regional que se presenta en el mercado laboral de Colombia como las presentadas anteriormente, podría obedecer en gran parte, a que el personal de graduados sean fuertes en condiciones técnicas operativas, pero no demuestren capacidades administrativas, de comunicación, gestión y de creatividad, habilidades contempladas por el ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) [4], organismo no gubernamental de mayor reconocimiento para acreditación de programas de ciencias aplicadas, computación, ingeniería y tecnología a nivel internacional; podría interpretarse entonces, y que demandaría mayor investigación y análisis, que el personal recién graduado puede ostentar una **titulación universitaria en pregrado, pero mantiene una “mentalidad” técnico o tecnológica.**

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

*Cuáles son los factores influyentes en la evolución del pregrado de Ingeniería biomédica en Bogotá (Colombia)?*

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **OBJETIVO GENERAL**

Analizar los factores influyentes en cada escenario de participación de la población estudiantil (antes, durante y después), que decida estudiar y graduarse dentro de la formación académica y posterior acceso laboral de la ingeniería Biomédica en Bogotá (Colombia).

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Obtener los datos estadísticos de graduados y matriculados del pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá (Colombia) desde 2005 hasta 2014.
- Explorar las causas reales de la deserción estudiantil del pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá.
- Investigar el perfil profesional de los graduados de Ingeniería Biomédica en Bogotá.
- Analizar los factores incidentes en la evolución del pregrado de ingeniería Biomédica en Bogotá.

## **JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN**

### **JUSTIFICACIÓN**

Explorar para identificar los factores influyentes en la evolución de la formación académica y oferta laboral de la Ingeniería Biomédica en Bogotá, permitirá obtener insumos puntuales alejados de un pensamiento subjetivo unipersonal, los cuales servirán como elementos orientadores en un proceso de planeación en el nivel estratégico (Ministerio), operacional (universidades) y táctico (Estudiantes), tendientes al perfeccionamiento del ciclo académico de cara a los nuevos retos y avances tecnológicos que debe afrontar el Ingeniero del siglo XXI.

A continuación se presentan los factores influyentes propuestos por escenarios de intervención, los cuales demandan la necesidad imperiosa de un proceso de investigación y análisis histórico, descriptivo, actual y ligado al comportamiento nacional e internacional de la oferta académica Vs. su oferta laboral.

**FACTOR 1. (ANTES) Diversidad conceptual de la profesión.**

El Consejo Nacional de Acreditación (CNA) en Colombia, publica en enero 2013 los lineamientos para la acreditación de programas de pregrado [5], centrando los elementos de evaluación en diez (10) factores que se resumen en las siguientes dinámicas: *diga lo que hace, haga lo que dice, pruébelo y mejórela*. Los programas académicos deberán ser observables y valorables, es decir, cuantitativos y cualitativos, pero direccionados siempre en la **calidad** de la educación superior. Por otra parte, la ABET por medio de la Comisión de Acreditación en Ingeniería (EAC, por sus siglas en inglés), la cual acredita programas dentro y fuera de Estados Unidos, publica en octubre de 2015 las revisiones efectivas para el ciclo académico 2016-2017 [6], haciendo principal énfasis en el mejoramiento continuo de los programas académicos y la capacidad de los estudiantes para desenvolverse personal y profesionalmente en las continuas demandas emergentes de la ingeniería en el mundo. Lo anterior permite identificar que el planeamiento en Colombia para acreditación de programas de pregrado, presenta 3 años de desactualización, mientras que en Estados Unidos se encuentra actual y proyectado al año 2017, presentando posiblemente una falencia estructural en el planeamiento académico nacional, demostrado en la diversidad conceptual de la oferta académica. Por consiguiente, se hace necesario presentar insumos o herramientas que permitan estandarizar conceptos, áreas del conocimiento e indicadores de evaluación, con el fin de ofrecer una malla curricular clara, lógica y oportuna.

**FACTOR 2. (DURANTE) Causas determinantes de abandono estudiantil.**

“Un rector dijo que las tasas de deserción eran producto de la renuencia de los estudiantes a “sufrir” pero no se pronunció sobre la forma poco atractiva de impartir la enseñanza”. (García, 2012, p.4)

Identificar específicamente las causas de abandono estudiantil puede resultar una labor ardua con resultados pobres. Sin embargo, se plantea la oportunidad de realizar una investigación de campo eficiente, a nivel Gobierno, estudiantes y universidades, que permitan identificar las variables de abandono o deserción; lo anterior con el fin de establecer estrategias de acción en el corto, mediano y largo plazo, que permitan combatir eficazmente esta problemática.

**FACTOR 3. (DESPUÉS) Titulación universitaria en pregrado, pero con una “mentalidad” técnico o tecnológica.**

“En 1997 un foro “para la innovación” concluyó que no habría nuevos trabajos en el campo de la ingeniería y que debía apoyarse la transición

de los ingenieros a campos alternativos: para 1999 había escasez de ingenieros” (García, 2012, p.5)

La ingeniería Biomédica presenta un delgado pilar de consolidación como área del conocimiento académico, al interior de cada sujeto en forma individual y más aún, en la sociedad e industria colombiana que mantienen enquistados preceptos definidos de otra clase de ingenierías tradicionales. Por tal razón, el personal de graduados en su lucha de supervivencia y afán de busca de empleo, deciden aceptar cualquier tipo de ofrecimiento laboral, enfocados principalmente en la mano de obra como operador técnico. Esta problemática puede ser abordada desde dos puntos de vista diferentes, el primero, desde la posición industrial/comercial que desconoce los alcances de un profesional en Ingeniería Biomédica que cuenta con las capacidades no solo técnicas, sino además gerenciales y administrativas; el segundo punto de vista, en lo relacionado a la postura del personal recién graduado, que acepta sin vacilar y sin medir el impacto socioeconómico causado al gremio. Por tal razón, se hace necesario la presente investigación como herramienta que contribuya a la efectiva difusión entre el gremio comercial, y entre los graduados para sobrevalorar de mejor manera su profesión.

## **DELIMITACIÓN**

La investigación sobre los factores influyentes en la evolución de la formación académica y oferta laboral de la Ingeniería Biomédica, se realizara en la ciudad de Bogotá (Colombia), en Instituciones de Educación Superior donde exista estudios académicos en pregrado sobre Ingeniería Biomédica, debidamente acreditados por el Ministerio de Educación Nacional. El periodo objeto de la Investigación, comprenderá desde 2005 hasta 2014 y se fundamentara en la recolección de datos de estudiantes matriculados/graduados, deserción estudiantil, ingreso salarial, tasa de cotizantes y un análisis que permita identificar la tendencia, evolución y proyección de la carrera.

## MARCO CONCEPTUAL

### INGENIERÍA BIOMÉDICA

La Ingeniería Biomédica es una disciplina que aplica los principios de la ingeniería a las ciencias de la vida. Combina los criterios de diseño en ingeniería y las herramientas de análisis provenientes de las matemáticas, la física y la química a la resolución de problemas en medicina, biología, biotecnología, farmacia, etc.<sup>1</sup>

### BIOINGENIERÍA

La Bioingeniería es una de las disciplinas más jóvenes de la ingeniería en la que los principios y herramientas de la ingeniería, ciencia y tecnología se aplican a los problemas presentados por la biología y la medicina.<sup>2</sup>

### AUTONOMÍA UNIVERSITARIA

La autonomía universitaria consagrada en la Constitución Política de Colombia y de conformidad con la presente Ley, reconoce a las universidades el derecho a darse y modificar sus estatutos, designar sus autoridades académicas y administrativas, crear, organizar y desarrollar sus programas académicos, definir y organizar sus labores formativas, académicas, docentes, científicas y culturales, otorgar los títulos correspondientes, seleccionar a sus profesores, admitir a sus alumnos y adoptar sus correspondientes regímenes y establecer, arbitrar y aplicar sus recursos para el cumplimiento de su misión social y de su función institucional.<sup>3</sup>

### REGISTRO CALIFICADO

El registro calificado es un mecanismo, administrado por el Ministerio de Educación Nacional, para verificar y asegurar las condiciones de calidad en los programas académicos de educación superior. Todo programa académico de educación superior en Colombia debe tener un registro calificado para poder funcionar. Para obtener el registro calificado, la institución debe demostrar que cada programa cumple con las condiciones mínimas de calidad.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Blog Ingenieríabiomedica.org. (2016). Qué es la Ingeniería Biomédica? 22/08/2016, de Ingenieríabiomedica.org. Sitio web: <http://www.ingenierabiomedica.org/#!queesingenierabiomedica/ch6q>

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Entre Ríos. (2016). Bioingeniería. 22/08/2016, de Facultad de Ingeniería UNER Argentina. Sitio web: [http://www.bioingenieria.edu.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=79&Itemid=3](http://www.bioingenieria.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=79&Itemid=3)

<sup>3</sup> Congreso de la Republica. (28 de diciembre de 1992). Artículo 28. (Título I, Capítulo VI). Por la cual se organiza el servicio público de educación superior. (Ley 30 de 1992).

<sup>4</sup> Ochoa, A. (2016). Registros calificados. 22/08/2016, de Universidad Los Andes. Sitio web: <https://planeacion.uniandes.edu.co/pdi/registros-calificados/registros-calificados>

## SNIES

El Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), recopila y organiza la información relevante sobre la educación superior que permite hacer planeación, monitoreo, evaluación, asesoría, inspección y vigilancia del sector. En el SNIES los ciudadanos pueden encontrar información sobre todas las instituciones de educación superior registradas y sus carreras, así mismo, reportes de los programas que se ofrecen en el país y tienen el Registro Calificado.<sup>5</sup>

## SPADIES

El Sistema para la Prevención de la Deserción de la Educación Superior (SPADIES), es un sistema de información especializado para el análisis de la permanencia en la educación superior colombiana a partir del seguimiento a la deserción estudiantil, que consolida y clasifica la información para facilitar el acompañamiento a las condiciones que desestiman la continuidad en el sistema educativo.<sup>6</sup>

## OBSERVATORIO LABORAL

El Observatorio Laboral para la Educación es un sistema de información especializado para el análisis de la pertinencia en la educación superior a partir del seguimiento a los graduados del país y su empleabilidad en el mercado laboral colombiano.<sup>7</sup>

## SACES

El Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (SACES), fue creado para que las Instituciones de Educación Superior realicen de forma automática los trámites asociados al proceso de Registro Calificado y de tipo institucional.<sup>8</sup>

## CONACES

La Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CONACES) es un órgano de asesoría y coordinación sectorial perteneciente al Sector Administrativo de la Educación, donde sus competencias están relacionadas con el Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior y por ello, se encarga de la evaluación del cumplimiento de los requisitos para la creación de instituciones de educación superior, su cambio de carácter académico,

---

<sup>5</sup> Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. (2016). SNIES. 22/08/2016, de Ministerio de Educación Nacional. Sitio web: <http://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-156293.html>

<sup>6</sup> Sistema para la Prevención de la Deserción de la Educación Superior. (2016). SPADIES. 22/08/2016, de Ministerio de Educación Nacional. Sitio web: <http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212299.html>

<sup>7</sup> Observatorio Laboral para la educación. (2016). SNIES. 22/08/2016, de Ministerio de Educación Nacional. Sitio web: <http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212301.html>

<sup>8</sup> Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior. (2016). SACES. 22/08/2016, de Ministerio de Educación Nacional. Sitio web: <http://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-156291.html>

redefinición, creación de seccionales y reconocimiento como universidades, así como también le corresponde evaluar que los programas académicos cumplan con las condiciones de calidad para su oferta y desarrollo, y emitir el respectivo concepto sobre la procedencia del otorgamiento o renovación del registro calificado.<sup>9</sup>

## NÚCLEO BÁSICO DE CONOCIMIENTO

División o clasificación de un área del conocimiento en sus campos, disciplinas o profesiones esenciales. Existen 55 núcleos básicos del conocimiento en Colombia.<sup>10</sup>

## MARCO LEGAL

- Decreto 2566 de 2003 del Ministerio de Educación Nacional. Por el cual se establecen las condiciones mínimas de calidad y demás requisitos para el ofrecimiento y desarrollo de programas académicos de educación superior y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1767 de 2007 del Ministerio de Educación Nacional. Por el cual se reglamenta el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) y se dictan otras disposiciones.
- Sistema Nacional de Acreditación, Consejo Nacional de Acreditación (CNA), Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado. Bogotá DC., enero de 2013.
- Ley 1188 de 2008. Por el cual se regula el registro calificado de programas de educación superior y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1295 de 2010 del Ministerio de Educación Nacional. Por el cual se reglamenta el registro calificado de que trata la ley 1188 de 2008 y la oferta y desarrollo de programas académicos de educación superior.

---

<sup>9</sup> Salas de CONACES. (2016). SACES. 22/08/2016, de Ministerio de Educación Nacional. Sitio web: <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/article-227123.html>

<sup>10</sup> Núcleo básico de conocimiento. (2016). SNIES. 22/08/2016, de Ministerio de Educación Nacional. Sitio web: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-136496.html>

## **ESTADO DEL ARTE**

Ríos, A. et al (2010) expone el estado de la formación en Ingeniería Biomédica en Colombia a nivel de pregrado, revisando programas de la Unión Europea y los Estados Unidos. A nivel nacional, revisaron bajo la categoría de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, los planes de estudio de quince instituciones de educación superior a partir de tres fuentes de información: Páginas Web de Universidades, Sistema de Información de Educación Superior y Observatorio Laboral (Ministerio de Educación Nacional).

Reinoso, J. (2013) presenta un documento donde organiza en tres apartados: aspectos curriculares, estudio comparativo, análisis diseño curricular vs perfil profesional; en el primer apartado, 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, realiza un estudio comparativo del contenido de las mallas curriculares de cuatro programas de Ingeniería Biomédica en Colombia; en el tercer apartado, analiza la pertinencia y la coherencia de los contenidos curriculares junto con en el perfil profesional del ingeniero biomédico, planteando finalmente conclusiones.

Ochoa, K. (2013) desarrolló una revisión bibliográfica sobre los principales conceptos asociados a la Ingeniería, desde la perspectiva de la salud, haciendo un recorrido por el objetivo de la ingeniería donde se plantean algunos de los orígenes y visión actual, campos de estudio y características relacionadas. Se definieron los conceptos de salud y calidad de vida desde la perspectiva de entidades reconocidas a nivel mundial y se plantearon algunos de los casos de aplicación y aportes específicos desde la ingeniería. Destaca la importancia de fomentar la investigación y formación de la salud y la calidad de vida en los diferentes programas de ingeniería, tanto en el país, como en el ámbito internacional.

## **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación puesto en práctica en el presente trabajo, consiste en histórico/descriptivo, teniendo en cuenta lo siguiente:

**Histórico** : Se obtendrá toda la información disponible desde el año 2005 hasta 2014, y se relacionará con datos y comportamientos académicos actuales de la formación académica de la Ingeniería Biomédica en Bogotá (Colombia).

**Descriptivo** : Se identifican los factores incidentes de la formación académica y oferta laboral de Ingeniería Biomédica en Bogotá.

## **DISEÑO METODOLÓGICO**

El procedimiento que se va a utilizar para llevar a cabo la presente investigación, será el siguiente:

- a. Minería de datos
  - Obtener información estadística de los programas de pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá.
  - Elaborar tablas y gráficos de comportamiento académico.
  
- b. Encuesta virtual
  - Elaborar a través de la plataforma virtual Google Drive Formularios, una encuesta con variedad de preguntas que permitan orientar y sustentar la investigación académica sobre la involución/evolución del pregrado de Ingeniería Biomédica en la ciudad de Bogotá.
  
- c. Entrevista estructurada
  - Se realizará entrevista estructurada con funcionarios del Ministerio de Educación, para conocer posturas oficiales sobre interrogantes puntuales que permitan hacer una aproximación a la problemática actual del acceso y estándares de calidad del pregrado de Ingeniería Biomédica.
  
- d. Análisis
  - Elaborar un análisis con la información recolectada.
  - Geo-referenciar comportamiento y/o patrones académicos.
  - Identificar la tendencia de la formación académica de la Ingeniera Biomédica.
  - Identificar los factores influyentes en la involución de la formación académica y oferta laboral.

## **FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

### **FUENTES PRIMARIAS**

- Ministerio de Educación Nacional
- Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES)
- Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (SACES)

- Sistema de Prevención y Análisis a la Deserción en la Instituciones de Educación Superior (SPADIES)
- Observatorio Laboral para la Educación
- Coordinación de los programas de pregrado de ingeniería biomédica en Bogotá
- Población estudiantil de Ingeniería Biomédica en Bogotá en la modalidad pregrado
- Consejo Nacional de Acreditación Colombia (CNA)
- Comisión Nacional Intersectorial de la Calidad de la Educación Superior (CONACES)

## FUENTES SECUNDARIAS

- Revista de Ingeniería Biomédica de la Escuela de Ingeniería de Antioquia.
- Sociedad americana para la educación en ingeniería (ASEE)
- Proyecto BIOMEDEA “Biomedical and Clinical Engineering Education, Accreditation, Training and Certification”
- Accreditation Board for Engineering and Technology - ABET

## RECURSOS

### Recurso Humano

Tabla 1. Recurso humano utilizado en la investigación

<b>Nombres y apellidos</b>	<b>Profesión Básica</b>	<b>Función dentro del proyecto</b>	<b>Dedicación (horas/semana)</b>	<b>Duración (meses)</b>
Jhoana Lili Méndez Castañeda	Tecnólogo en Electromedicina	Autor	30	6
Jair Leonardo Delgado Rosero	Tecnólogo en Electromedicina	Autor	30	6
Luis Javier Martínez Guerrero	Ingeniero Biomédico	Tutor	1	6

## Recurso Tecnológico

Tabla 2. Recurso tecnológico utilizado en la investigación

Descripción del equipo	Propósito fundamental del equipo dentro del proyecto	Actividades en las que será utilizado el equipo
Equipos de computo	Permitir acceso a los software de georeferenciación y análisis	Durante todo el tiempo del proyecto.
Software Arcgis	Georeferenciar el pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá.  Elaborar densidad espacial por concentración en número de graduados en Bogotá.	En la etapa de exploración de los problemas “Antes” y “Durante”

## CRONOGRAMA

TIEMPO ACTIVIDADES	TIEMPO POR SEMANAS																															
	FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL											
Minería de datos (obtención información)	■	■	■	■	■	■	■	■																								
Reunión con IES									■	■																						
Encuestas virtuales									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Asesoramiento con el tutor	■				■				■				■				■				■				■							
Análisis de la información													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Conclusiones y proyecciones																									■	■	■					
Entrega final de anteproyecto																																■

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Para lograr hacer una mayor aproximación a la situación actual del pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá, se realizó una caracterización del programa académico en un periodo de diez (10) años, comprendiendo los años 2005 a 2014, donde se muestra en

contexto su evolución académica, variables incidentes y estadísticas específicas, lo cual nos permite hacer un primer diagnóstico de la situación.

A continuación se presentan dos escenarios de análisis: primero, mostrando un contexto nacional del pregrado a nivel nacional y segundo, un análisis local enfocado específicamente a la ciudad de Bogotá. Los datos y análisis son perfilados hacia los estudiantes graduados, determinando que son el capital humano de Ingenieros Biomédicos existentes en Colombia en ese periodo de tiempo.

### Contexto Nacional

Según datos obtenidos por la herramienta SNIES, en el periodo 2005-2014 se graduaron 2.071 estudiantes del pregrado de Ingeniería Biomédica a nivel nacional (1.109 mujeres y 962 hombres), identificando a once (11) Instituciones de Educación Superior que ofertaban el programa.

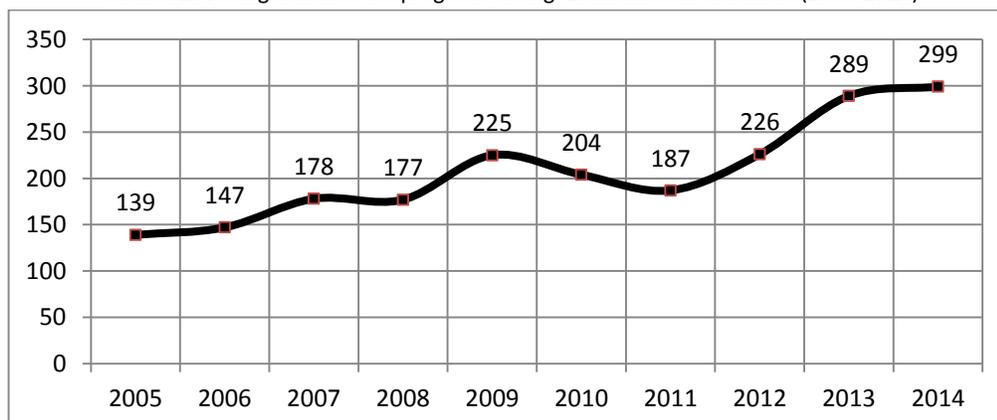
Tabla 3. Graduados del pregrado Ing. Biomédica a nivel nacional (Periodo 2005-2014)

Nº	IES	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	TOTAL
1	UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN-UMB-	100	76	105	57	64	50	42	60	85	40	679
2	ESCUELA DE INGENIERIA DE ANTIOQUIA	22	34	15	37	52	43	34	18	25	26	306
3	UNIVERSIDAD ECCI	0	0	12	1	23	35	25	58	58	51	263
4	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	0	0	26	32	33	18	27	14	25	26	201
5	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE	0	0	0	17	21	34	24	37	15	27	175
6	UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI	6	17	11	19	12	6	7	7	19	7	111
7	INSTITUTO TECNOLOGICO METROPOLITANO	0	0	0	0	0	0	0	0	25	75	100
8	CORPORACION UNIVERSITARIA DE CIENCIA Y DESARROLLO - UNICIENCIA	7	20	8	11	3	3	5	14	10	13	94
9	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES	0	0	0	0	15	11	15	9	12	10	72
10	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	4	0	1	3	2	4	8	9	12	17	60
11	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	10
	<b>TOTAL</b>	<b>139</b>	<b>147</b>	<b>178</b>	<b>177</b>	<b>225</b>	<b>204</b>	<b>187</b>	<b>226</b>	<b>289</b>	<b>299</b>	<b>2.071</b>

Fuente: Elaboración Propia

De lo anterior, es de resaltar que solo en tres Universidades se concentra el 60% del total de graduados a nivel nacional para el periodo objeto de análisis (U. Manuela Beltrán, Escuela de Ingeniería de Antioquía y U. ECCI), con un promedio de graduados de 207 estudiantes por año.

Gráfica 1. Total graduados del pregrado de Ing. Biomédica en Colombia (2005-2014)

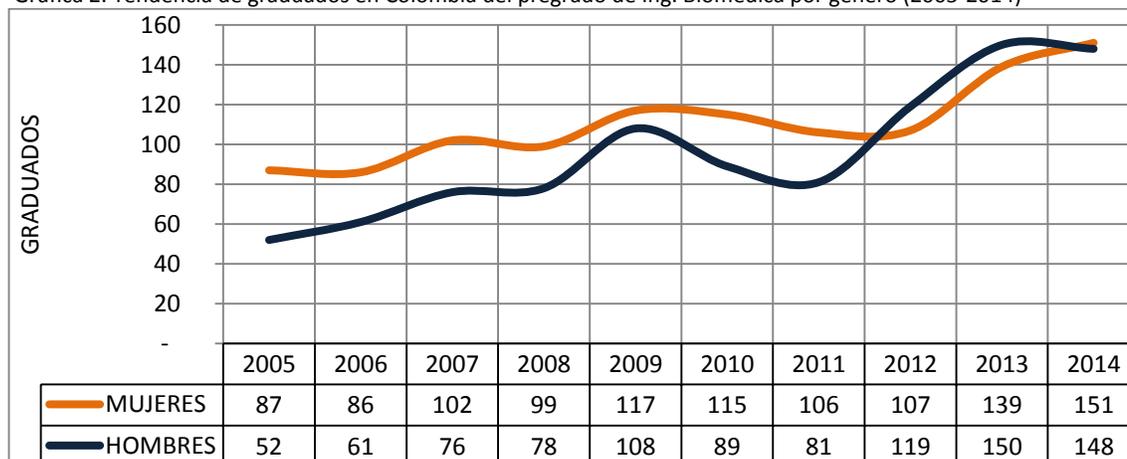


Fuente: Elaboración Propia

La tendencia creciente de graduados durante 10 años, permite identificar un crecimiento del 115% entre el año 2005 y 2014, donde se graduaron 2.071 estudiantes; tomando como referencia que el punto de partida son 139 estudiantes graduados para el 2005, y 299 estudiantes graduados para el 2014, podrían plantearse que 16 nuevos estudiantes se graduaron del pregrado de Ingeniería Biomédica cada año, lo cual proyecta de mantenerse esta tendencia, que para los próximos diez años, es decir, para el periodo 2015-2024, podrían presentarse un total de 3.870 nuevos graduados.

El género femenino representa el mayor número de estudiantes graduados del pregrado de Ing. Biomédica y/o afines a nivel nacional, con 1.109 estudiantes mujeres graduadas, contra 962 estudiantes hombres graduados, lo cual representa un 54% de participación. Sin embargo, se muestra una tendencia creciente y constante de estudiantes por género durante el periodo de análisis, demostrando la aceptabilidad del programa académico entre ambos géneros, lo cual incide en la evolución y favorabilidad del programa entre la comunidad estudiantil.

Gráfica 2. Tendencia de graduados en Colombia del pregrado de Ing. Biomédica por género (2005-2014)



Fuente: Elaboración Propia

A nivel nacional se presenta una fuerte incidencia de la ciudad de Bogotá, Medellín (Antioquia) y Cali (Valle del Cauca) como las principales regiones donde se gradúan del pregrado de Ingeniería Biomédica y/o afines, concentrando tan solo en estas tres ciudades el 91% del total de graduados a nivel nacional (1.594 graduados).

De igual forma, en Bogotá y Antioquia las mujeres representan el mayor número de graduados del pregrado de Ing. Biomédica (1.594 graduados), con una incidencia de graduados de 1,79 : 1, es decir, por cada 1,79 estudiantes graduados en estas dos regiones, 1 fue mujer. Caso contrario se presentó en el Valle del Cauca, donde la participación fue mayor en estudiantes hombres, con una incidencia de 1,76 : 1.

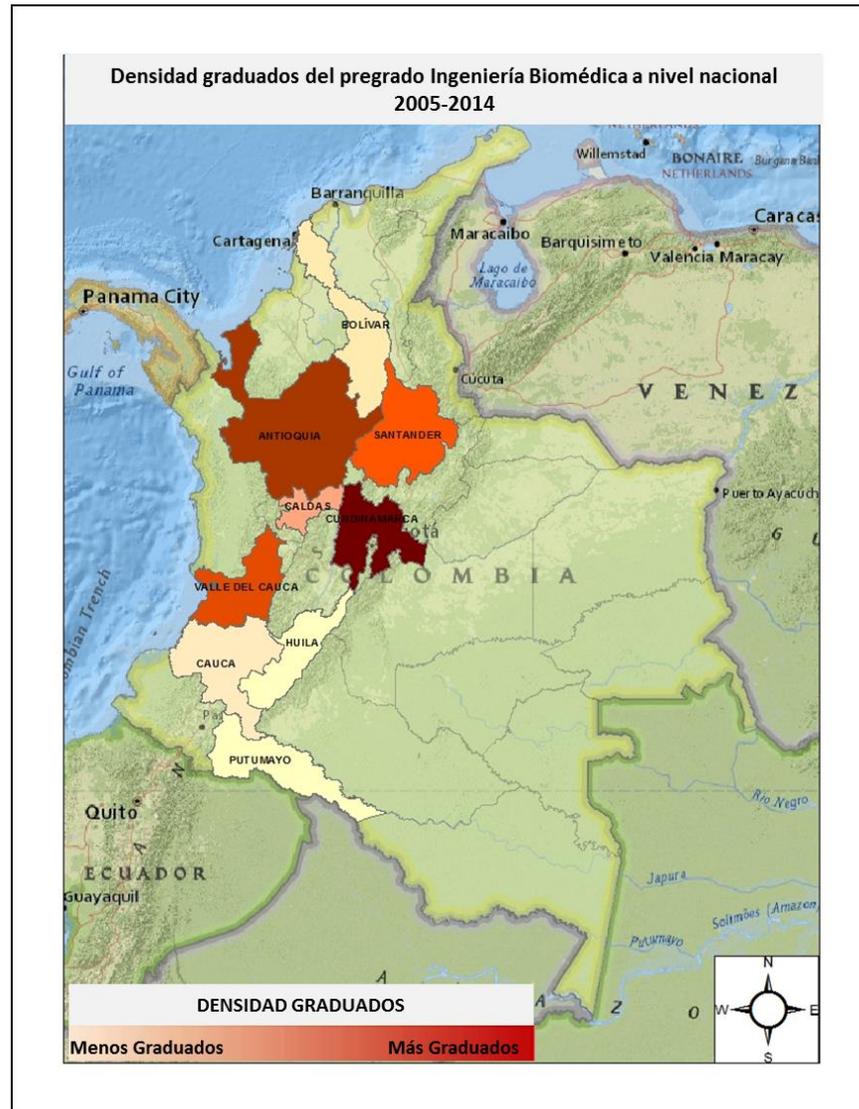
Tabla 4. Graduados del pregrado Ing. Biomédica por departamento (Periodo 2005-2014)

ZONA GEOGRAFICA	SEXO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total por género	Total por departamento
BOGOTA DC	HOMBRES	40	35	43	25	42	32	29	65	77	64	452	987
	MUJERES	68	61	67	40	38	48	43	59	70	41	535	
ANTIOQUIA	HOMBRES	10	14	21	29	35	26	18	14	38	51	256	607
	MUJERES	12	20	20	40	50	35	43	18	37	76	351	
VALLE DEL CAUCA	HOMBRES	2	12	8	23	19	19	19	26	18	16	162	286
	MUJERES	4	5	3	13	14	21	12	18	16	18	124	
SANTANDER	HOMBRES	0	0	4	1	4	3	3	6	4	1	26	77
	MUJERES	0	0	12	3	6	6	1	7	7	9	51	
CALDAS	HOMBRES	0	0	0	0	7	6	6	5	8	5	37	69
	MUJERES	0	0	0	0	8	5	6	4	4	5	32	
CAUCA	HOMBRES	0	0	0	0	1	3	4	1	5	10	24	39
	MUJERES	3	0	0	3	1	0	1	1	4	2	15	
BOLIVAR	HOMBRES	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3	4
	MUJERES	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
HUILA	HOMBRES	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
PUTUMAYO	HOMBRES	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
<b>Total</b>		<b>139</b>	<b>147</b>	<b>178</b>	<b>177</b>	<b>225</b>	<b>204</b>	<b>187</b>	<b>226</b>	<b>289</b>	<b>299</b>	<b>2.071</b>	<b>2.071</b>

Fuente: Elaboración Propia

Dentro del presente contexto nacional, es de resaltar la poca o nula cantidad de graduados en la costa Caribe y la región Sur y Oriente del país, focalizando en pocos territorios y algunas IES, como los únicos proveedores de Ingenieros Biomédicos que tienen que suplir las necesidades profesionales de la carrera de todo el territorio nacional, desencadenando en algunos casos, una migración de profesionales recién graduados hacia regiones apartadas su lugar de origen.

Ilustración 2. Densidad de graduados del pregrado de Ing. Biomédica en Colombia



Fuente: Elaboración Propia

### Afectación local (Bogotá D.C.)

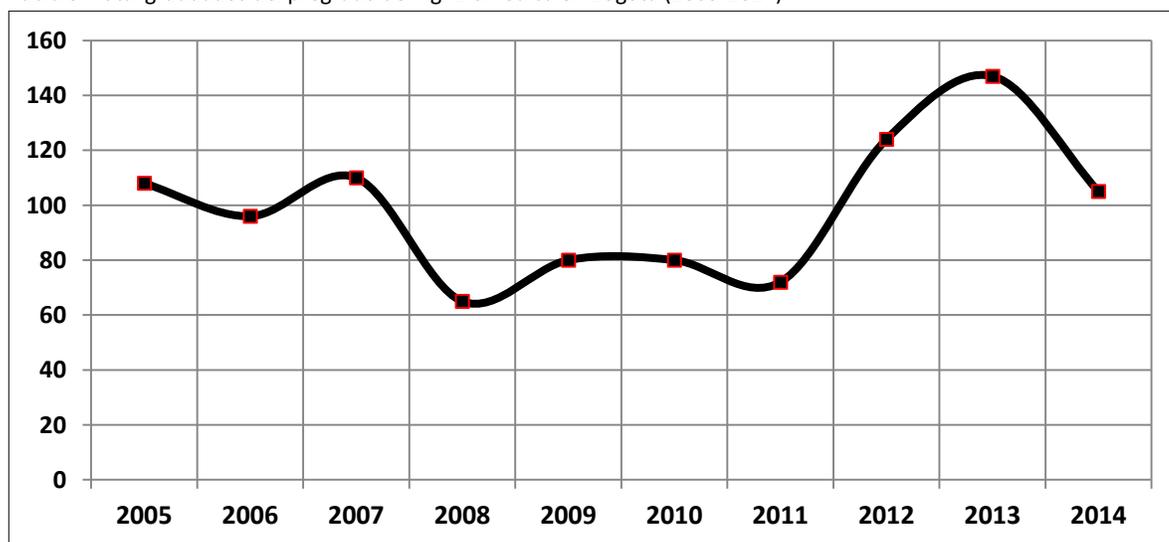
Según datos obtenidos por la herramienta SNIES, en el periodo 2005-2014 se graduaron 987 estudiantes del pregrado de Ingeniería Biomédica a nivel nacional (535 mujeres y 452 hombres), identificando a cinco (05) Instituciones de Educación Superior que ofertaban el programa.

Tabla 5. Graduados del pregrado Ing. Biomédica en Bogotá (Periodo 2005-2014)

INSTITUCION	SEXO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Tota por género	Total por IES
UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN-UMB-	H	39	29	32	18	23	13	12	19	33	15	233	602
	M	61	47	57	35	31	28	26	28	41	15	369	
UNIVERSIDAD ECCI	H	0	0	8	0	16	17	13	36	34	36	160	263
	M	0	0	4	1	7	18	12	22	24	15	103	
CORPORACION UNIVERSITARIA DE CIENCIA Y DESARROLLO - UNICIENCIA	H	1	6	3	7	3	1	2	8	6	6	43	94
	M	6	14	5	4	0	2	3	6	4	7	51	
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	H	0	0	0	0	0	1	2	2	1	3	9	18
	M	1	0	1	0	0	0	2	3	1	1	9	
UNIVERSIDAD LOS ANDES	H	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	7	10
	M	0	0	0	0	0	0	0	0		3	3	
		<b>108</b>	<b>96</b>	<b>110</b>	<b>65</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>72</b>	<b>124</b>	<b>147</b>	<b>105</b>	<b>987</b>	<b>987</b>

Fuente: Elaboración Propia

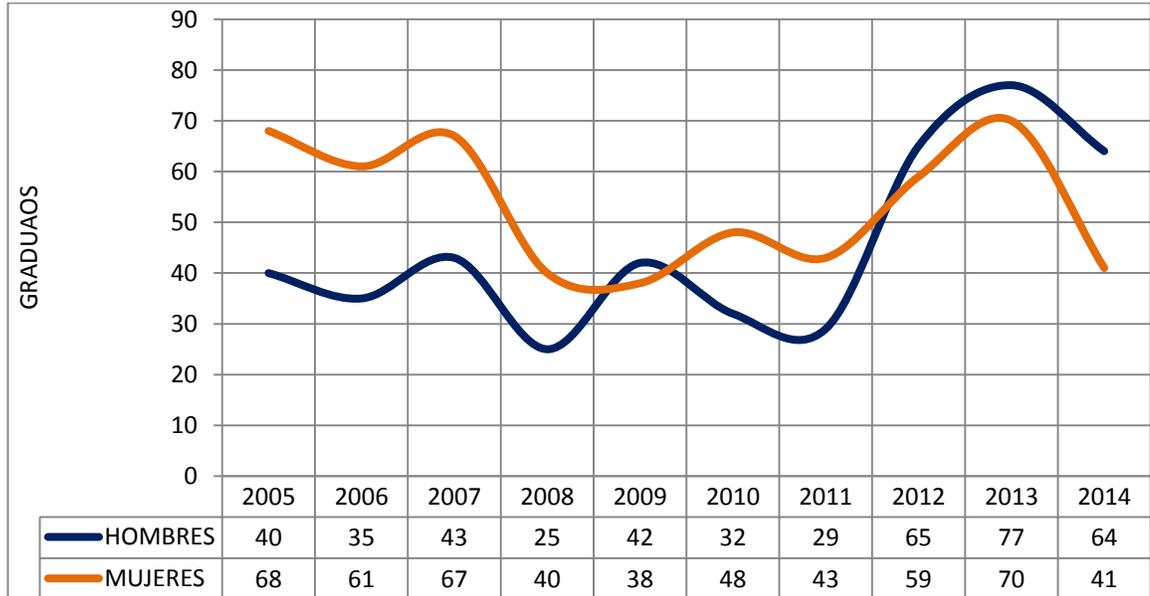
Tabla 6. Total graduados del pregrado de Ing. Biomédica en Bogotá (2005-2014)



Fuente: Elaboración Propia

El género femenino representa el mayor número de estudiantes graduados del pregrado de Ing. Biomédica y/o afines en Bogotá, con 535 estudiantes mujeres graduadas, contra 452 estudiantes hombres graduados, lo cual representa un 54% de participación, presentado el mismo porcentaje de participación a nivel nacional; si bien es cierto, la mujeres presentan el mayor número de estudiantes graduados en el periodo de análisis, la diferencia porcentual no es muy significativa, llegando incluso a superar el número de graduados hombres respecto a las mujeres los últimos tres años de análisis, marcando una participación y tendencia compartida por género.

Gráfica 3. Tendencia de graduados en Bogotá del pregrado de Ing. Biomédica por género (2005-2014)



Fuente: Elaboración Propia

Dentro de quince (15) programas de pregrado de Ingenierías ofertados en Bogotá, a continuación se presenta un comportamiento de graduados por género, por años y por programa académico, demostrando el impacto y participación generado por programas tradicionales como la Ingeniería Industrial, Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Electrónica, relegando al último lugar en orden de graduados, al programa de Ingeniería Biomédica y afines, superando únicamente al programa catalogado como “Otras Ingenierías”.

Tabla 7. Graduados de los diferentes programas de pregrado en Ingeniería ofertados en Bogotá (2005-2014)

Nº	PROGRAMAS DE INGENIERÍA OFERTADOS EN BOGOTÁ	SEXO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total por género	Total por Programa
1	INGENIERIA INDUSTRIAL AFINES	Y	885	806	1.093	1.008	1.186	1.258	1.317	1.493	1.696	1.642	12.384	22.538
		M	706	634	878	775	1.015	959	1.077	1.277	1.463	1.370	10.154	
2	INGENIERIA DE SISTEMAS, TELEMATICA AFINES	Y	1.309	1.119	1.270	1.219	1.220	1.170	1.263	1.332	1.734	1.636	13.272	19.169
		M	699	705	656	606	555	490	475	537	658	516	5.897	
3	INGENIERIA ELECTRONICA, TELECOMUNICACIONES Y AFINES	Y	1.090	908	1.253	1.200	1.413	1.162	1.257	1.311	1.366	1.163	12.123	14.927
		M	290	226	306	303	358	280	246	264	272	259	2.804	
4	INGENIERIA CIVIL Y AFINES	Y	956	1.349	617	884	808	670	633	850	899	879	8.545	11.599
		M	367	356	188	253	291	239	271	350	362	377	3.054	

5	INGENIERIA MECANICA AFINES	Y	H	718	516	698	811	787	762	800	1.019	1.158	1.035	8.304	9.334
			M	86	88	79	85	114	103	93	119	118	145	1.030	
6	INGENIERIA AMBIENTAL, SANITARIA AFINES	Y	H	150	235	183	216	170	127	146	183	267	329	2.006	5.158
			M	198	322	276	338	306	218	228	287	427	552	3.152	
7	INGENIERIA QUIMICA Y AFINES	Y	H	185	71	156	198	172	182	185	142	211	169	1.671	3.874
			M	210	145	255	251	208	248	237	209	235	205	2.203	
8	INGENIERIA ELECTRICA AFINES	Y	H	207	63	192	156	121	126	137	190	232	222	1.646	1.990
			M	36	16	38	22	24	31	42	45	48	42	344	
9	INGENIERIA ADMINISTRATIVA AFINES	Y	H	89	69	65	45	73	58	61	61	60	80	661	1.699
			M	139	91	96	81	105	113	96	94	101	122	1.038	
10	INGENIERIA DE MINAS, METALURGIA AFINES	Y	H	68	90	103	107	89	58	62	114	101	133	925	1.389
			M	27	28	50	46	32	47	38	62	59	75	464	
11	INGENIERIA AGRONOMICA, PECUARIA AFINES	Y	H	139	114	93	86	65	82	68	83	63	69	862	1.297
			M	59	63	37	47	38	34	39	40	46	32	435	
12	INGENIERIA AGROINDUSTRIAL, ALIMENTOS AFINES	Y	H	42	38	24	37	38	37	25	64	38	40	383	1.228
			M	94	73	60	61	88	94	72	121	84	98	845	
13	INGENIERIA AGRICOLA, FORESTAL AFINES	Y	H	68	45	75	72	90	73	50	54	48	54	629	1.206
			M	60	44	64	63	84	90	35	52	44	41	577	
14	INGENIERIA BIOMEDICA AFINES	Y	H	40	35	43	25	42	32	29	65	77	64	452	987
			M	68	61	67	40	38	48	43	59	70	41	535	
15	OTRAS INGENIERIAS	Y	H	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	8	11
			M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	
<b>Total</b>				<b>8.985</b>	<b>8.310</b>	<b>8.915</b>	<b>9.035</b>	<b>9.530</b>	<b>8.791</b>	<b>9.025</b>	<b>10.477</b>	<b>11.940</b>	<b>11.398</b>	<b>96.406</b>	<b>96.406</b>

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de los programas de Ingeniería ofertados en Bogotá, podemos determinar la importancia que reviste el género hombres para el total de graduados, presentando las siguientes cifras de graduación (exceptuando al programa de Ing. Biomédica): Hombres 63.419 graduados (66.5%) y mujeres 32.000 graduados (33.5%); lo anterior presenta una diferencia en la participación por genero entre la Ing. Biomédica y el resto de Ingenierías

ofertados en Bogotá, identificando un nivel de incidencia y preferencia académica del género femenino hacia el pregrado de Biomédica.

### **Desarrollo de la metodología de investigación**

Teniendo en cuenta los factores planteados en el problema de la presente investigación (Antes, Durante y Después), se realizaron actividades de investigación de campo por cada factor específico, tendientes a lograr una aproximación más concreta y de mayor entendimiento para toda la comunidad estudiantil, que nos permitió analizar e identificar las posibles causas precipitantes de cada factor.

Técnicas de investigación utilizadas:

Técnica N°1. Herramientas de consulta del Ministerio de Educación

- Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) (disponible en <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2672.html>)
- Sistema para la Prevención de la Deserción de la Educación Superior (SPADIES) (disponible en <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2895.html>)
- Observatorio laboral para la educación. (disponible en <http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/w3-channel.html>)

Con ayuda de las herramientas virtuales del Ministerio de Educación, se obtuvieron datos puntuales sobre el pregrado de Ingeniería Biomédica a nivel nacional, caracterizando la información por número de matriculados, graduados, sexo, deserción estudiantil, Instituciones de Educación Superior, área del conocimiento y zona geográfica de influencia entre otros, los cuales permiten obtener información de valor para realizar un análisis estadístico de variables.

Técnica N°2. Entrevista estructurada.

El día 26 de mayo de 2016, se realizó una entrevista en las instalaciones de la Subdirección de Aseguramiento de la Calidad para la Educación Superior del Ministerio de Educación Nacional (Bogotá DC, Calle 43 N° 57-14, Centro Administrativo Nacional, CAN, piso 4), con funcionarios de la Sala de Evaluación de Ingeniería, Industria y Construcción de la Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CONACES), para tratar aspectos puntuales y netamente académicos sobre la presente investigación del pregrado de Ingeniería Biomédica y afines en Bogotá.

Técnica N°3. Encuestas estructuradas por correo de respuesta cerrada (Anexo “A”: ficha técnica de la encuesta)

A través de la herramienta de la plataforma Google Drive -formularios, se diseñó una encuesta virtual de respuesta cerrada, con trece (13) preguntas específicas dirigida a toda la población estudiantil del pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá; por lo anterior, se solicitó una reunión individual con las IES pertinentes, obteniendo respuesta favorable y realizando la reunión con la Universidad Antonio Nariño, Universidad ECCI, Universidad El Bosque y Universidad Manuel Beltrán, logrando realizar un total de 383 encuestas; con la Universidad del Rosario y la Universidad de Los Andes no fue posible realizar la reunión, y por ende, no se diligenció la encuesta con sus estudiantes.

A continuación se presenta los resultados obtenidos por cada factor de intervención y las diferentes técnicas investigativas utilizadas en su desarrollo.

**FACTOR 1. (ANTES de ingresar a la universidad) Diversidad conceptual de la profesión.**

Variable	Consideraciones
Problema	<i>“..en el caso de la Ingeniería Biomédica se observa que se abre la ventana para la interpretación y definición de forma particular y a intereses propios, generando que existan diferentes mallas curriculares y núcleos básicos del conocimiento en su formación académica de pregrado..”</i>
Justificación	<i>“..el planeamiento en Colombia para acreditación de programas de pregrado, presenta 3 años de desactualización, mientras que en Estados Unidos se encuentra actual y proyectado al año 2017, presentando posiblemente una falencia estructural en el planeamiento académico nacional, demostrado en la diversidad conceptual de la oferta académica..”</i>

Para el presente escenario, se utilizaron tres (03) técnicas de investigación que permiten realizar una aproximación de la actual problemática a la que se enfrenta la comunidad estudiantil en el escenario “ANTES” de ingresar a cualquier Institución de Educación Superior (IES) para cursar el pregrado de Ingeniería Biomédica o afines en Bogotá.

**Técnica de investigación N° 1. Análisis de datos herramienta SNIES Mineducación.**

Tomando como referencia la plataforma del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) del Ministerio de Educación Nacional, se encuentran seis (6) instituciones de educación superior que ofertan actualmente (a fecha 10 junio de 2016) el programa académico “Ingeniería Biomédica o afines” en la modalidad de pregrado en la ciudad Bogotá (Colombia)<sup>1</sup>:

- 1) Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (Programa en convenio con la Universidad del Rosario)
- 2) Universidad Antonio Nariño
- 3) Universidad ECCI
- 4) Universidad El Bosque
- 5) Universidad Los Andes
- 6) Universidad Manuela Beltrán

Tabla 8. Caracterización de las IES que ofertan a fecha junio 2016, el programa de Ingeniería Biomédica o afines en modalidad pregrado en Bogotá.

Nombre Institución	Título otorgado	Fecha resolución y vigencia	N° semestres	N° créditos	N° cursos	Valor Semestre (\$ COP)
Escuela Colombiana Ingeniería Julio Garavito*	Ingeniero Biomédico	2011/02/21 (07 años)	9	154	60	8.700.000
Universidad Antonio Nariño	Ingeniero Biomédico	2012/05/18 (07 años)	9	165	55	3.477.000
Universidad ECCI	Ingeniero Biomédico	2011/04/29 (07 años)	10	188	64	3.081.000
Universidad El Bosque	Bio-ingeniero	2010/12/31 (07 años)	9	155	57	5.091.000
Universidad Los Andes	Ingeniero Biomédico	2011/03/18 (07 años)	8	137	52	14.048.000
Universidad Manuela Beltrán	Ingeniero Biomédico	2014/04/24 (04 años)	10	160	73	-

Fuente: Elaboración Propia

\*Programa en convenio con la Universidad del Rosario.

Haciendo un análisis de datos de la herramienta SNIES, se puede establecer que existe una barrera procedimental que dificulta la efectiva búsqueda del programa académico “Ingeniería Biomédica o afines” en modalidad pregrado en la ciudad de Bogotá. La herramienta contiene catorce (14) criterios de búsqueda, de los cuales diez (10) son criterios predefinidos; los otros cuatro (4) criterios pueden ser digitados por el usuario (palabras clave). Es de resaltar que la herramienta permite utilizar uno o varios criterios de búsqueda para su normal funcionamiento.

Ilustración 3. Criterios de búsqueda de la herramienta SNIES - MEN.  
 Disponible en: <http://snies.mineducacion.gov.co/consultasnies/programa>

**Búsqueda de Programas de Instituciones de Educación Superior**

CRITERIOS DE BÚSQUEDA: Para consultar, digite el código o el nombre del Programa o una palabra clave que lo identifique. Puede utilizar uno o varios de los criterios de búsqueda que se encuentran a continuación.

Nombre de la Institución:

Nombre del Programa:

Estado de la Institución:

Estado del Programa:

Departamento del Programa:

Municipio de oferta del programa:

Nivel Académico:

Nivel de Formación:

Metodología:

Área de Conocimiento:

Núcleo Básico Conocimiento - NBC:

Código de Institución:

Código SNIES Programa:

Reconocimiento del Ministerio:

Se puede establecer que dentro de la herramienta de búsqueda SNIES, existen criterios predefinidos y no predefinidos los cuales orientan y facilitan una búsqueda efectiva. A continuación se clasifican los criterios de búsqueda para mayor entendimiento de la investigación:

Tabla 9. Criterios de búsqueda de la herramienta SNIES - MEN

Nº	CRITERIOS PREDEFINIDOS	Nº	CRITERIOS NO PREDEFINIDOS
1	Estado de la institución	1	Nombre de la institución
2	Estado del programa	2	Nombre del programa
3	Departamento del programa	3	Código de institución
4	Municipio de oferta del programa	4	Código SNIES programa
5	Nivel académico		
6	Nivel de formación		
7	Metodología		
8	Área de conocimiento		
9	Núcleo Básico Conocimiento –NBC		
10	Reconocimiento del Ministerio		

Fuente: Elaboración Propia

Iniciando con la investigación, se realizaron cuatro diferentes formas de búsqueda en la herramienta SNIES para el pregrado de ingeniería biomédica o afines en Bogotá,

simulando el ejercicio que haría cualquier usuario con la intención de cursar el programa académico:

Tabla 10. Método de búsqueda N° 1: “BÁSICO” (cantidad de filtros utilizados: 3 de 14 criterios).

N°	CRITERIOS	CONDICIÓN	RESULTADO BUSQUEDA
1	Nombre de la institución	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidad Manuela Beltrán</li> <li>• Universidad Los Andes</li> <li>• Universidad Antonio Nariño</li> <li>• Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito</li> <li>• Corporación universitaria de Ciencia y Desarrollo (Estado del programa inactivo)</li> <li>• Universidad ECCI</li> </ul>
2	Nombre del programa	Biomédica	
3	Estado de la institución	-	
4	Estado del programa	-	
5	Departamento del programa	Bogotá D.C.	
6	Municipio de oferta del programa	-	
7	Nivel académico	Pregrado	
8	Nivel de formación	-	
9	Metodología	-	
10	Área de conocimiento	-	
11	Núcleo Básico Conocimiento -NBC	-	
12	Código de institución	-	
13	Código SNIES programa	-	
14	Reconocimiento del Ministerio	-	

Fuente: Elaboración Propia

Observaciones: No figura en los resultados de búsqueda la Universidad El Bosque.

Tabla 11. Método de búsqueda N° 2: “INTERMEDIO” (cantidad de filtros utilizados: 8 de 14 criterios).

N°	CRITERIOS	CONDICIÓN	RESULTADO BUSQUEDA
1	Nombre de la institución	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidad Manuela Beltrán</li> <li>• Universidad Los Andes</li> <li>• Universidad Antonio Nariño</li> <li>• Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito</li> <li>• Universidad ECCI</li> </ul>
2	Nombre del programa	Biomédica	
3	Estado de la institución	Activa	
4	Estado del programa	Activo	
5	Departamento del programa	Bogotá D.C.	
6	Municipio de oferta del programa	Bogotá D.C.	
7	Nivel académico	Pregrado	
8	Nivel de formación	Universitaria	
9	Metodología	Presencial	
10	Área de conocimiento	-	
11	Núcleo Básico Conocimiento -NBC	-	
12	Código de institución	-	
13	Código SNIES programa	-	
14	Reconocimiento del Ministerio	-	

Fuente: Elaboración Propia

Observaciones: No figura en los resultados de búsqueda la Universidad El Bosque.

Tabla 12. Método de búsqueda N° 3: "AVANZADO" (cantidad de filtros utilizados: 9 de 14 criterios).

N°	CRITERIOS	CONDICIÓN	RESULTADO BUSQUEDA
1	Nombre de la institución	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidad El Bosque</li> <li>• Universidad Manuela Beltrán</li> <li>• Universidad Antonio Nariño</li> <li>• Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito</li> </ul>
2	Nombre del programa	-	
3	Estado de la institución	Activa	
4	Estado del programa	Activo	
5	Departamento del programa	Bogotá D.C.	
6	Municipio de oferta del programa	Bogotá D.C.	
7	Nivel académico	Pregrado	
8	Nivel de formación	Universitaria	
9	Metodología	Presencial	
10	Área de conocimiento	Ingeniería, Arquitectura, urbanismo y afines	
11	Núcleo Básico Conocimiento - NBC	Ingeniería Biomédica y afines	
12	Código de institución	-	
13	Código SNIES programa	-	
14	Reconocimiento del Ministerio	-	

Fuente: Elaboración Propia

Observaciones: No figura en los resultados de búsqueda la Universidad ECCI y la Universidad Los Andes.

Tabla 13. Método de búsqueda N° 4: "IDEAL" (cantidad de filtros utilizados: 10 de 14 criterios).

N°	CRITERIOS	CONDICIÓN	RESULTADO BUSQUEDA
1	Nombre de la institución	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidad Manuela Beltrán</li> <li>• Universidad Antonio Nariño</li> <li>• Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito</li> </ul>
2	Nombre del programa	Biomédica	
3	Estado de la institución	Activa	
4	Estado del programa	Activo	
5	Departamento del programa	Bogotá D.C.	
6	Municipio de oferta del programa	Bogotá D.C.	
7	Nivel académico	Pregrado	
8	Nivel de formación	Universitaria	
9	Metodología	Presencial	
10	Área de conocimiento	Ingeniería, Arquitectura, urbanismo y afines	
11	Núcleo Básico Conocimiento - NBC	Ingeniería Biomédica y afines	
12	Código de institución	-	
13	Código SNIES programa	-	
14	Reconocimiento del Ministerio	-	

Fuente: Elaboración Propia

Observaciones: No figura en los resultados de búsqueda la Universidad El Bosque, La Universidad ECCI y la Universidad Los Andes.

### **Análisis de los métodos de búsqueda:**

Como se había descrito anteriormente, la oferta académica en la ciudad de Bogotá para el pregrado de Ingeniería Biomédica o afines la tienen seis (06) universidades actualmente con registro académico del MEN; sin embargo, después de utilizar cuatro diferentes métodos de búsqueda en la herramienta SNIES del Ministerio de Educación Nacional, institución la cual verifica y valida los procesos de búsqueda para que sus resultados sean reales y puedan orientar de forma óptima a los usuarios, encontramos como resultado de las búsquedas que ningún método arrojó el resultado esperado o real, es decir, ningún método resultó fiable a la hora de mostrarnos las seis universidades de Bogotá que ofertan la Ingeniería Biomédica o afines en modalidad pregrado.

Analizando los resultados de la información obtenida, encontramos que el criterio diferenciador en la búsqueda de información, es la variable Núcleo Básico de Conocimiento (NBC) el cual es definido como “División o clasificación de un área del conocimiento en sus campos, disciplinas o profesiones esenciales. Existen 55 núcleos básicos del conocimiento” (Ministerio de Educación Nacional, SNIES, disponible en <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-136496.html>), presentando entonces la siguiente clasificación de IES por NBC que ofrecen el pregrado de Ingeniería Biomédica o afines en Bogotá:

Tabla 14. Clasificación de IES por NBC que ofertan el pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá.

Institución de Educación Superior	Núcleo Básico de Conocimiento	Área de conocimiento
Escuela Colombiana Ingeniería Julio Garavito	Ingeniería Biomédica y afines	Ingeniería, Arquitectura, urbanismo y afines
Universidad Antonio Nariño	Ingeniería Biomédica y afines	Ingeniería, Arquitectura, urbanismo y afines
<b>Universidad ECCI</b>	<b>Medicina</b>	<b>Ciencias de la salud</b>
Universidad El Bosque	Ingeniería Biomédica y afines	Ingeniería, Arquitectura, urbanismo y afines
<b>Universidad Los Andes</b>	<b>Otras ingenierías</b>	<b>Ingeniería, Arquitectura, urbanismo y afines</b>
Universidad Manuela Beltrán	Ingeniería Biomédica y afines	Ingeniería, Arquitectura, urbanismo y afines

Fuente: Elaboración Propia

En conclusión, la búsqueda del pregrado de Ingeniería Biomédica y afines en Bogotá nos presenta el siguiente panorama de consulta:

- A. Por criterios predefinidos:
- Universidad El Bosque
  - Universidad Manuela Beltrán
  - Universidad Antonio Nariño

- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Observaciones: No figura Universidad ECCI y Universidad Los Andes.

B. Por palabra clave “*Biomédica*”:

- Universidad ECCI
- Universidad Los Andes
- Universidad Manuela Beltrán
- Universidad Antonio Nariño
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Observaciones: No figura Universidad El Bosque.

Todo lo anterior, permite identificar un primer problema dentro del escenario “Antes”, generando una barrera procedimental de consulta efectiva para toda la comunidad estudiantil que piense o quiera estudiar el pregrado de Ingeniería Biomédica o afines en Bogotá y acuda a la plataforma del SNIES como herramienta ÚNICA de consulta. Entendiendo que la mayoría del público en general utiliza los diferentes motores de búsqueda dispuestos en la web (*google, bin, yahoo, etc*), se hace énfasis en la herramienta SNIES del Ministerio de Educación Nacional por considerarse una “*forma ideal*” de búsqueda que debiera ser efectiva.

**Hallazgo N°1.** La herramienta de consulta por programa académico en el SNIES del Mineducación para el programa Ingeniería Biomédica o afines en Bogotá, presenta barreras procedimentales de consulta que dificultan una búsqueda efectiva.

**Técnica N° 2. Entrevista estructurada**

A continuación se presentan las principales conclusiones dadas por funcionarios del Mineducación a las preguntas académicas estructuradas dentro de la presente investigación:

Pregunta N°1.

*¿Por qué no existe una estandarización o normalización en el SNIES de los programas de Ingeniería Biomédica que facilite la consulta efectiva del público en general?*

Principales conclusiones de la entrevista:

- La dificultad en la estandarización de la clasificación temática de los programas académicos se debe a que corresponde a la Institución de Educación Superior -IES- la clasificación del programa de acuerdo con el perfil y énfasis que dentro de su **AUTONOMÍA INSTITUCIONAL** le quiera otorgar.

Pregunta N°2.

*¿Por qué existe una diversidad conceptual en el título académico del pregrado, encontrando bioingeniería e ingeniería biomédica? Hasta donde es bueno la autonomía universitaria?*

Principales conclusiones de la entrevista:

- Actualmente existe diversidad de títulos académicos y programas de pregrado no solo de ingenierías sino a nivel general, los cuales corresponden exclusivamente a la clasificación que cada IES registra; sin embargo, desde el MEN se está trabajando en la plataforma SNIES para mejorar los criterios de búsqueda y consolidar la información de modo tal, que los resultados sean efectivos para toda la comunidad estudiantil.

Pregunta N°3.

*¿Por qué en Colombia los lineamientos para la acreditación de programas de pregrado se encuentran desactualizados, la última actualización fue en enero 2013?*

Principales conclusiones de la entrevista:

- Actualmente los requisitos para ofrecer y desarrollar un programa de educación superior están contenidos en la Ley 1188 de 2008 y su decreto reglamentario 1295 de 2010, conforme a estas normas, las condiciones de calidad que deben demostrarse para obtener registro calificado, corresponden a condiciones institucionales y a condiciones específicas del programa. (Ministerio de Educación Nacional, 2016)
- El trámite de verificación de las condiciones de calidad conlleva un proceso evaluativo que el Ministerio de Educación Nacional realiza con el apoyo de pares académicos y con los integrantes de la Comisión Nacional Intersectorial para el Aseguramiento de la Educación Superior (CONACES), quienes realizan un análisis riguroso que permite constatar que se dan los presupuestos requeridos para ofertar y desarrollar un programa de educación superior con las condiciones requeridas. (Ministerio de Educación Nacional, 2016)
- La CONACES, a través del Registro Calificado, verifica aquellas condiciones de calidad necesarias para la creación y el funcionamiento de programas. El Consejo Nacional de Acreditación (CNA), a través de la acreditación como PROCESO VOLUNTARIO, reconoce la excelencia de los programas y de las instituciones. Ambos procesos se refieren a distintos niveles, los cuales no se oponen sino que, por el contrario, se complementan. (Consejo Nacional de Acreditación, 2013, pág. 7)
- Respecto a los lineamientos para la acreditación de programas académicos, cuya última versión fue en enero 2013, es de resaltar que hace referencia al proceso de

acreditación en ALTA CALIDAD lo cual es un proceso voluntario que las IES tramitan para su excelencia académica. Sin embargo, desde el MEN actualmente está en curso un proyecto de actualización de esta norma, buscando fortalecer los procesos de acreditación en calidad de los programas académicos.

Pregunta N°4.

*Por qué no copiar modelos de acreditación como el de Estados Unidos, donde cuenta con la organización no gubernamental ABET dedicada a la acreditación de programas académicos como la Ingeniería Biomédica y además, sus lineamientos de calidad están proyectados a 2017?*

Principales conclusiones de la entrevista:

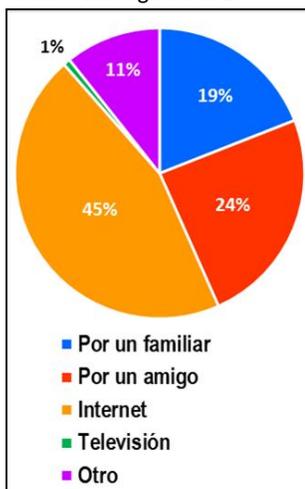
- El CNA es la institución designada para llevar a cabo los procesos de acreditación de las IES y de los programas académicos en Colombia; si bien es cierto, el ABET es una prestigiosa organización de acreditación de programas de ingeniería en el ámbito internacional, el CNA de igual forma es muy reconocido y maneja altos estándares de evaluación que garantizan un eficiente proceso de acreditación en calidad para todos los programas académicos.

### Técnica N° 3. Encuesta virtual (Anexo “A”, ficha técnica de la encuesta)

A continuación se presenta las preguntas y respuestas obtenidas de la encuesta virtual para el escenario “Antes”, con su respectivo análisis estadístico:

- 1) Cómo se enteró que existe el pregrado de ingeniería biomédica en Bogotá? (353 respuestas).

Gráfico 1. Pregunta N°1



Cuadro 1. Pregunta N°1 encuesta virtual

Análisis estadístico:

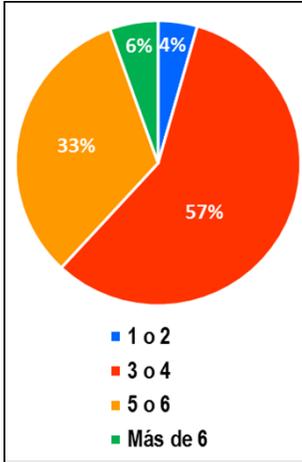
- 173 estudiantes (45%) obtuvieron la información sobre la existencia del pregrado de Ingeniería Biomédica a través de Internet.
- 166 estudiantes (43%) conocieron la información a través de un amigo (24%) o un familiar (19%).

Observaciones: Los servicios de internet se convierten en el medio de comunicación más efectivo de propaganda académica para el pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá.

Fuente: Elaboración Propia

2) Cuantas universidades cree usted, que ofrece el pregrado de ingeniería biomédica en Bogotá? (383 respuestas)

Gráfico 2. Pregunta N°2



Cuadro 2. Pregunta N°2 encuesta virtual

Análisis estadístico:

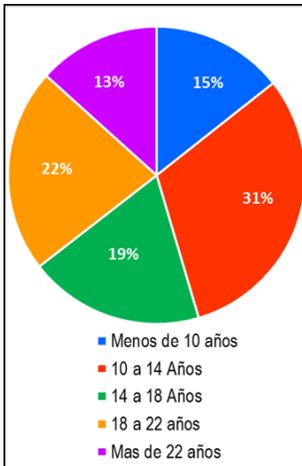
- 220 estudiantes (57%) consideran que existen entre 3 y 4 universidades que ofrecen el programa académico.
- 125 estudiantes (33%) consideran que existen 5 o 6 Universidades que lo ofrecen.

Observaciones: Actualmente existen seis (6) IES que ofrecen el programa académico de Ingeniería Biomédica en Bogotá; es decir, el 67% de los encuestados desconoce la oferta real del programa.

Fuente: Elaboración Propia

3) Hace cuantos años cree usted, que fue la graduación de la primera promoción de Ingenieros Biomédicos en Colombia? (383 respuestas)

Gráfico 3. Pregunta N°3



Cuadro 3. Pregunta N°3 encuesta virtual

Análisis estadístico:

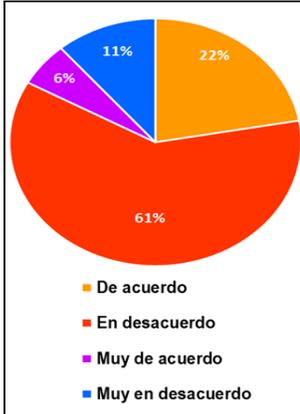
- 119 estudiantes (31%) consideran que hace 10-14 años fue la graduación de la primera promoción.
- 136 estudiantes (35%) consideran que la primera promoción fue hace más de 18 años.

Observaciones: La primera promoción de Ingenieros Biomédicos según registros del MEN fue en el año 2001, es decir, hace 16 años; por lo cual, contestaron correctamente la encuesta únicamente 73 estudiantes (19%), mientras que 310 estudiantes (81%) desconocen la historia del pregrado.

Fuente: Elaboración Propia

4) En la siguiente afirmación: "Existe un concepto claro, lógico y efectivo en toda la comunidad estudiantil de Bogotá (bachiller, tecnólogo y universitario diferentes áreas), sobre la definición concreta o aproximada del pregrado de Ingeniería Biomédica en Colombia." de lo anterior, usted esta: (383 respuestas)

Gráfico 4. Pregunta N°4



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 4. Pregunta N°4 encuesta virtual

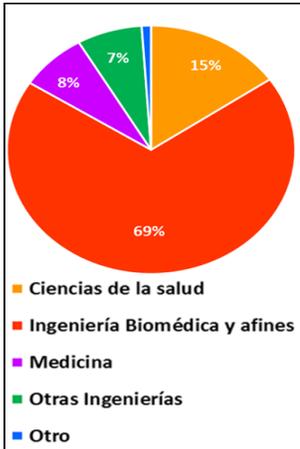
**Análisis estadístico:**

- 107 estudiantes (28%) están de acuerdo o muy de acuerdo con la afirmación.
- 276 estudiantes (72%) están en desacuerdo o muy en desacuerdo con la afirmación.

Observaciones: Se puede identificar que los encuestados consideran que no existe un concepto claro de lo que significa el pregrado de Ingeniería Biomédica, generando posiblemente confusión a la hora de su inclinación académica.

- 5) Para usted, cuál sería el núcleo básico de conocimiento de la Ingeniería Biomédica en modalidad pregrado universitario, para su respectiva clasificación en el Mineducación? (383 respuestas)

Gráfico 5. Pregunta N°5



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 5. Pregunta N°5 encuesta virtual

**Análisis estadístico:**

- 263 estudiantes (69%) consideran que el NBC debería ser Ingeniería Biomédica y afines.
- 88 estudiantes (23%) consideran que el NBC debe estar relacionado con Medicina y Ciencias de la Salud.

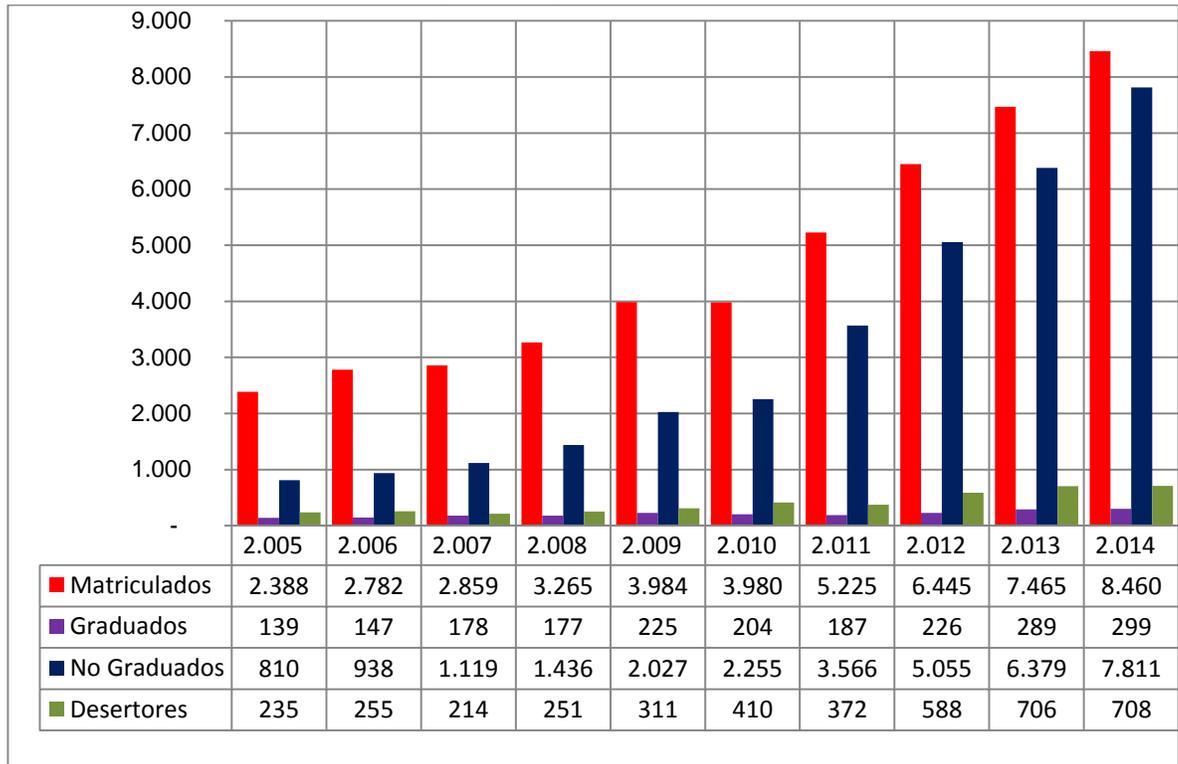
Observaciones: Actualmente existen 3 NBC reportados en el SNIES: Ing. Biomédica y afines, Ciencias de la Salud y Otras Ingenierías; sin embargo, la gran mayoría de los encuestados considera que Ing. Biomédica y afines es el principal NBC.

**FACTOR 2. (DURANTE) Causas determinantes de abandono estudiantil.**

**Técnica de investigación N° 1. Análisis de datos herramientas Mineducación.**

Para lograr entender las causas determinantes de abandono estudiantil, primero analizaremos los datos estadísticos de cantidad de matriculados, graduados, no graduados y desertores del programa de Ingeniería Biomédica tanto a nivel nacional como lo presentado en la ciudad de Bogotá, con el fin de obtener una mayor aproximación a la problemática actual.

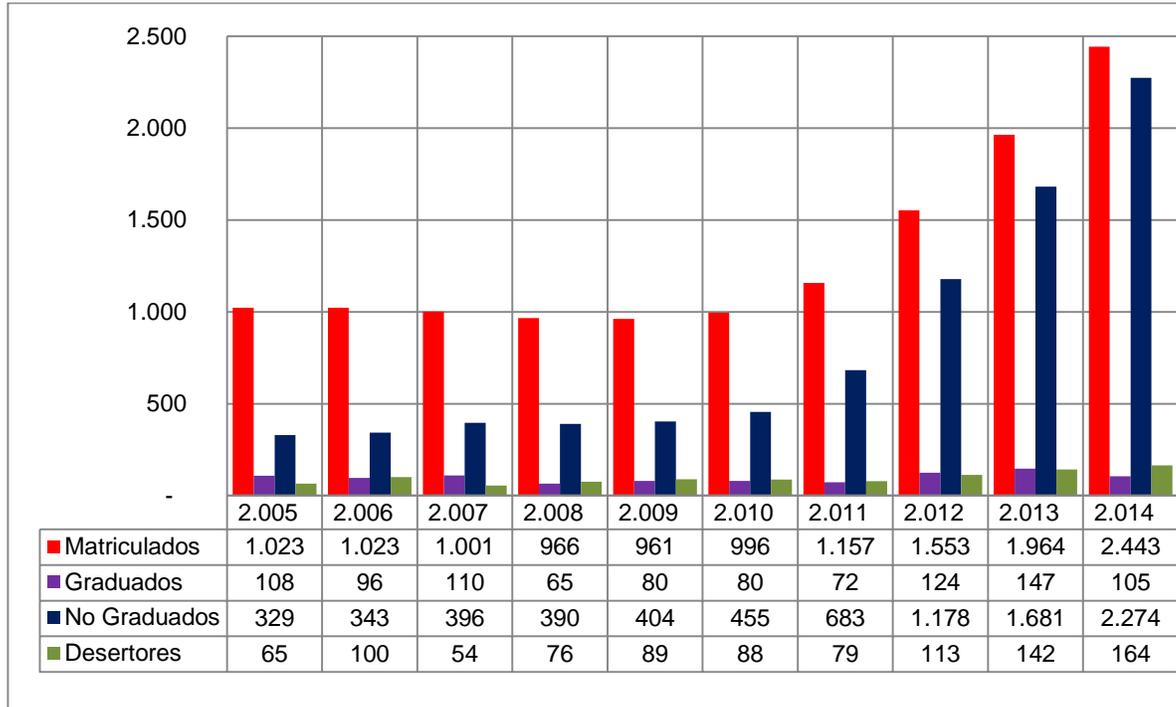
Gráfica 4. Caracterización estudiantil del pregrado de Ing. Biomédica en Colombia



Fuente: Elaboración Propia

Durante el periodo objeto de análisis encontramos a nivel nacional (gráfica 5), un total de 46.853 estudiantes matriculados en el pregrado de Ingeniería Biomédica, con un promedio de 4.685 estudiantes por año, presentando un crecimiento exponencial del 254% entre el año 2005 y el año 2014. Teniendo en cuenta que el total de estudiantes graduados fue de 2.071, los no graduados de 31.396 y el total de desertores de 4.050, podría decirse sin contemplar otras variables influyentes en el proceso de análisis académico, que tan solo el 4% de los matriculados lograron graduarse, el 67% no se graduaron, el 9% fueron desertores y del 20% restante no se tiene información en los registros.

Gráfica 5. Caracterización estudiantil del pregrado de Ing. Biomédica en Bogotá



Fuente: Elaboración Propia

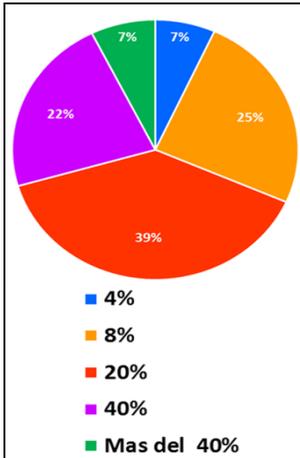
Para el caso de la ciudad de Bogotá, encontramos un total de 13.087 estudiantes matriculados en el pregrado de Ingeniería Biomédica, con un promedio de 1.308 estudiantes por año, presentando un crecimiento exponencial del 138% entre el año 2005 y el año 2014. Teniendo en cuenta que el total de estudiantes graduados fue de 987, los no graduados de 8.133 y el total de desertores de 970, podría decirse sin contemplar otras variables influyentes en el proceso de análisis académico, que tan solo el 8% de los matriculados lograron graduarse, el 62% no se graduaron, el 7% fueron desertores y del 23% restante no se tiene información en los registros.

### Técnica N° 3. Encuesta virtual (Anexo “A”, ficha técnica de la encuesta)

A continuación se presenta las preguntas y respuestas obtenidas de la encuesta virtual para el escenario “Antes”, con su respectivo análisis estadístico:

- 1) Durante el periodo 2005-2014, cual considera usted que fue el porcentaje de graduados Vs. matriculados del pregrado de Ingeniería Biomédica a nivel nacional? (383 respuestas)

Gráfico 6. Pregunta N°6



Cuadro 6. Pregunta N°6 encuesta virtual

**Análisis estadístico:**

- 149 estudiantes (39%) consideran que el porcentaje de graduados vs matriculados fue del 20%.
- 95 estudiantes (25%) consideran que el porcentaje de graduados Vs matriculados fue del 8%.

Observaciones: Según cifras del SPADIES del MEN, la relación de matriculados Vs. Graduados del pregrado de Ing. Biomédica es del 4% a nivel nacional.

Fuente: Elaboración Propia

2) Para usted cual sería la principal causa de deserción estudiantil del pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá? (383 respuestas)

Gráfico 7. Pregunta N°7



Cuadro 7. Pregunta N°7 encuesta virtual

**Análisis estadístico:**

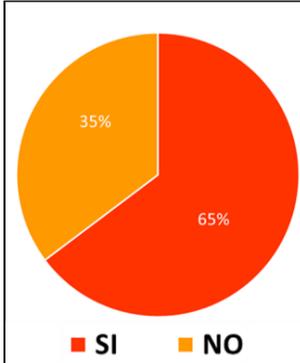
- 132 estudiantes (34%) consideran que la principal causa de deserción es el aspecto económico
- 227 estudiantes (59%) consideran que la deserción estudiantil está relacionada con el pensum académico, infraestructura, calidad de docentes, etc.

Observaciones: La mayoría de los encuestados refieren causas de deserción a factores directamente relacionados con IES; mientras que la tercera parte manifiesta causas económicas.

Fuente: Elaboración Propia

3) El pregrado de Ingeniería Biomédica que se encuentra cursando actualmente, cumple con sus expectativas iniciales? (383 respuestas)

Gráfico 8. Pregunta N°8



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8. Pregunta N°8 encuesta virtual

**Análisis estadístico:**

- Para 248 estudiantes (65%) el pregrado de Ingeniería Biomédica que cursan cumple con sus expectativas.
- Por el contrario 135 estudiantes (35%) consideran que el pregrado que cursan no cumple sus expectativas.

Observaciones: Para la tercera parte de los encuestados, el programa no cumple sus expectativas iniciales.

- 4) Durante sus estudios de pregrado de Ingeniería Biomédica, ha pensado alguna vez en abandonarlos? (383 respuestas)

Gráfico 9. Pregunta N°9



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 9. Pregunta N°9 encuesta virtual

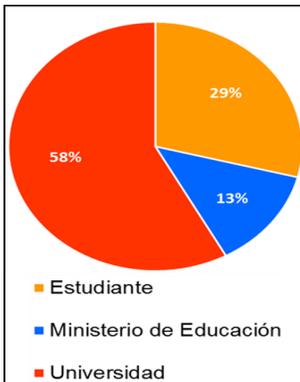
**Análisis estadístico:**

- 197 estudiantes (51%) no piensan abandonar sus estudios de Ingeniería Biomédica.
- 132 estudiantes (35%) han pensado en abandonar temporalmente sus estudios de Ing. Biomédica.

Observaciones: El 49% de los encuestados han pensado en abandonar sus estudios, generando alto potencial de deserción del programa académico.

- 5) Para usted, quien tendría la responsabilidad directa de contrarrestar la deserción estudiantil del pregrado de Ingeniería Biomédica? (383 respuestas)

Gráfico 10. Pregunta N°10



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 10. Pregunta N°10 encuesta virtual

**Análisis estadístico:**

- 222 estudiantes (58%) consideran que es responsabilidad de las universidades contrarrestar la deserción estudiantil.
- 111 estudiantes (29%) consideran que es el estudiante quien debe contrarrestar la deserción.

Observaciones: 272 estudiantes (71%) consideran que la responsabilidad de atacar la deserción, le corresponde a entes diferentes al propio estudiante.

**FACTOR 3. (DESPUÉS) Titulación universitaria en pregrado, pero con una “mentalidad” técnico o tecnológica.**

Para identificar las causas determinantes del factor sobre la titulación universitaria con “mentalidad” técnico o tecnológica de los graduados del pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá, a continuación se exponen dos técnicas de investigación que nos permiten conocer la situación actual de vinculación laboral, ingreso salarial, tasa de cotizantes y percepción de la comunidad estudiantil de esta problemática, con el fin de hacer una mayor aproximación de la situación.

**Técnica de investigación N° 1. Análisis de datos herramientas Mineducación.**

Tomando como referencia la plataforma de consulta del Observatorio Laboral para la educación en Colombia, podemos

hacer un primer diagnóstico de la situación que afrontan los estudiantes recién graduados del pregrado de Ing. Biomédica en Bogotá, respecto a su ingreso laboral y su tasa cotización.

Tabla 15. Vinculación laboral RECIEN GRADUADOS nacional

Graduados 2013	INGRESO	TASA DE COTIZANTES
Bioingeniería	\$ 1.462.954	86,00%
Ingeniería Biomédica	\$ 1.746.104	74,90%
<b>Promedio</b>	<b>\$ 1.604.529</b>	<b>80,45%</b>

Tabla 16. Vinculación laboral GENERAL nacional

Seguimiento a 2014	INGRESO	TASA DE COTIZANTES
Bioingeniería	\$ 2.102.755	83,10%
Ingeniería Biomédica	\$ 2.368.917	74,50%
<b>Promedio</b>	<b>\$ 2.235.836</b>	<b>78,80%</b>

Fuente: Elaboración Propia

Puede determinarse un factor diferenciador del ingreso salarial entre dos categorías específicas: estudiantes recién graduados e Ingenieros Biomédicos en general presentes en el mercado. Tomando como referencia la información promedio entre estas dos categorías, se identifica que un Ingeniero Biomédico en general, puede llegar a obtener un ingreso salarial 39% superior que un Ingeniero Biomédico recién graduado, lo cual podría incidir en la desmotivación profesional de la población académica recién graduada para buscar o aceptar empleo en el mercado laboral.

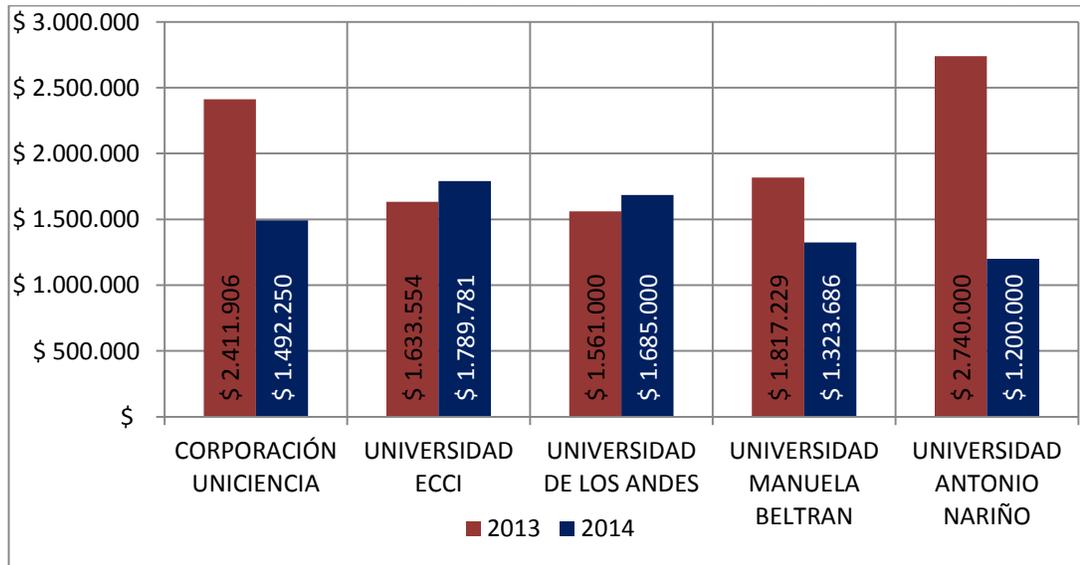
Para el año 2.014, se hace el seguimiento a cinco (05) IES que gradúan estudiantes del pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá, estableciendo su oportunidad de vinculación laboral, ingreso laboral y tasa de cotizantes, comparando la información con el año inmediatamente anterior, con fines meramente académicos.

Tabla 17. Ingreso salarial y tasa de cotizantes egresados del pregrado Ing. Biomédica en Bogotá

INSTITUCION	2013		2014	
	INGRESO	TASA DE COTIZANTES	INGRESO	TASA DE COTIZANTES
CORPORACIÓN UNICIENCIA	\$ 2.411.906	94,1 %	\$ 1.492.250	83,3 %
UNIVERSIDAD ECCI	\$ 1.633.554	85,7 %	\$ 1.789.781	88,2 %
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	\$ 1.561.000	66,7 %	\$ 1.685.000	100,0 %
UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN	\$ 1.817.229	59,5 %	\$ 1.323.686	100,0 %
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	\$ 2.740.000	66,7 %	\$ 1.200.000	100,0 %

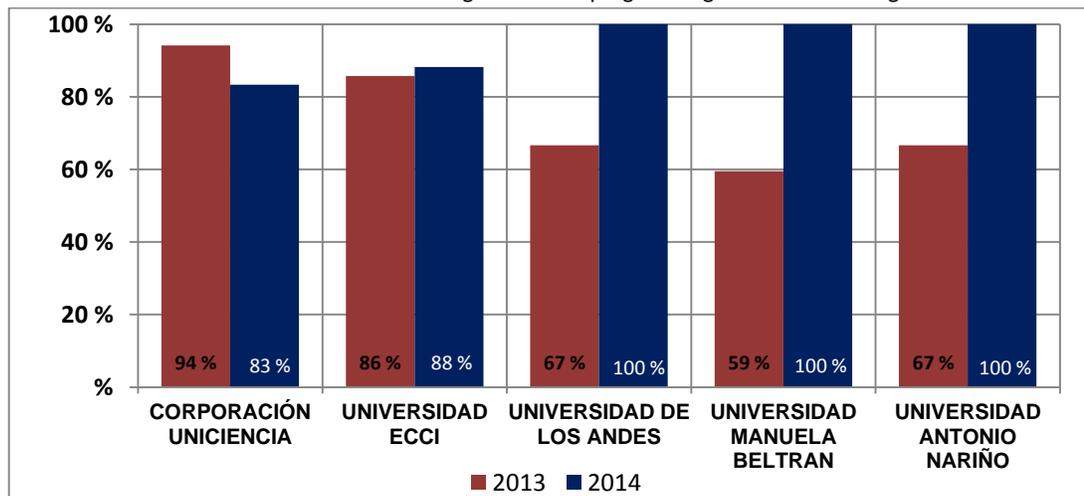
Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 6. Ingreso salarial egresados del pregrado Ing. Biomédica en Bogotá (Pesos colombianos)



Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 7. Tasa de cotizantes egresados del pregrado Ing. Biomédica en Bogotá



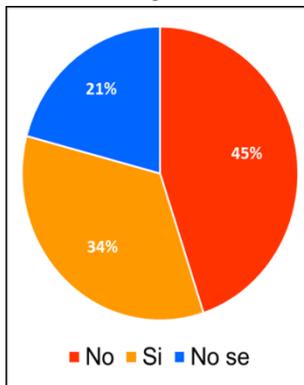
Fuente: Elaboración Propia

### Técnica N° 3. Encuesta virtual (Anexo “A”, ficha técnica de la encuesta)

A continuación se presenta las preguntas y respuestas obtenidas de la encuesta virtual para el escenario “Antes”, con su respectivo análisis estadístico:

- 1) Independiente del salario, considera que existe una buena oferta laboral en el mercado para Ingenieros Biomédicos recién graduados? (383 respuestas)

Gráfico 11. Pregunta N°11



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 11. Pregunta N°11 encuesta virtual

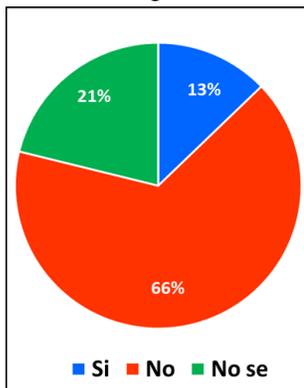
Análisis estadístico:

- 172 estudiantes (45%) consideran que no existen una buena oferta laboral para Ingenieros Biomédicos.
- 131 estudiantes (34%) consideran que existen buena oferta laboral para ingenieros biomédicos.

Observaciones: 80 estudiantes (21%) desconocen cómo es la situación laboral en el mercado para los estudiantes recién graduados.

- 2) Los salarios ofrecidos en el mercado laboral para los Ingenieros Biomédicos recién graduados, son acordes con la inversión realizada y su perfil profesional?

Gráfico 12. Pregunta N°12



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 12. Pregunta N°12 encuesta virtual

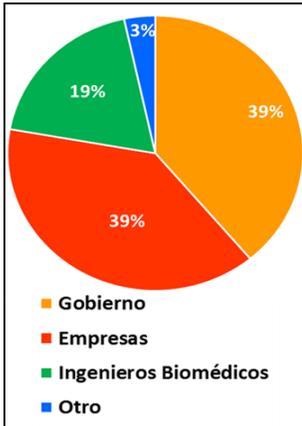
Análisis estadístico:

- 253 estudiantes (66%) consideran que el salario ofrecido en el mercado no es acorde a la inversión realizada.
- 81 estudiantes (21%) desconocen si el salario ofrecido en el mercado laboral es acorde a la inversión realizada.

Observaciones: La gran mayoría de los encuestados se muestra inconforme con los salarios ofrecidos en el mercado laboral para recién graduados.

- 3) Quien considera usted que tiene la responsabilidad de que se ofrezcan algunas ofertas laborales con salarios bajos para Ingenieros Biomédicos en Colombia? (383 respuestas)

Gráfico 13. Pregunta N°13



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 13. Pregunta N°13 encuesta virtual

**Análisis estadístico:**

- 149 estudiantes (39%) consideran que la responsabilidad de ofrecimientos de salarios bajos es de las empresas.
- 149 estudiantes (39%) consideran que la responsabilidad es del Gobierno.

Observaciones: para la mayoría de los encuestados, la responsabilidad recae en variables ajenas al propio Ingeniero Biomédico, con respuestas como Sena, Universidad, Empresas, Gobierno, entre otros.

**Hallazgo N°2.**

Existe un bajo ingreso salarial para los estudiantes recién graduados del pregrado de Ingeniería Biomédica, demostrado en cifras oficiales y en la percepción de la comunidad estudiantil; de igual forma, se identifica en las redes sociales una mentalidad “técnica” en grupos de Ingenieros Biomédicos, lo cual favorece el empobrecimiento profesional del programa académico.

## CONCLUSIONES

La presente investigación permitió identificar los factores incidentes que afectan directa e indirectamente los diferentes procesos académicos que libra cualquier persona con la intención de cursar el pregrado de ingeniería biomédica, caracterizando el programa académico por los factores de intervención en los escenarios “Antes”, “Durante” y “Después”.

Los sistemas de información del Ministerio de Educación Nacional, específicamente el Sistema Nacional de Información de la educación superior (SNIES), a pesar de ser muy completo y eficiente, presenta una barrera procedimental que dificulta la búsqueda efectiva del pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá, generando inconformismo o información inexacta para estudiantes potenciales del programa académico.

Existe un alto índice de estudiantes no graduados y desertores del pregrado de Ingeniería Biomédica, asociado en la mayoría de los casos a una desmotivación con las IES (infraestructura, docentes, etc.) y solvencia económica; sin embargo, se identifica en contraste un alto porcentaje de estudiantes que no han pensado en abandonar sus estudios y que el programa académico cumple con sus expectativas iniciales, lo cual facilita las actividades de prevención ante la deserción y la inasistencia estudiantil.

Las ofertas laborales en el mercado se encuentran relacionadas en algunos casos con la experiencia que ostente el Ingeniero Biomédico, por tal razón, existe una brecha salarial entre recién graduados y profesionales con experiencia, lo cual propicia que el personal recién graduado acepte cualquier tipo de oferta laboral, así no cumpla con su perfil profesional, siendo la especialidad técnica la más apetecida por el gremio comercial.

Los factores incidentes expuestos dentro de cada escenario de afectación, permiten hacer una aproximación de la problemática actual que afecta la evolución del pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá, identificando variables específicas que puedan ser abordadas por personas o instituciones pertinentes, en busca del direccionamiento eficiente de políticas y estrategias que favorezcan y mantengan el crecimiento exponencial de la Ingeniería Biomédica como alternativa de pregrado en Colombia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Accreditation Board for Engineering and Technology. (2016). *Accreditation Policy and Procedure Manual, Effective for Reviews During the 2016-2017 Accreditation Cycle*. Recuperado el 02 de febrero de 2016, de <http://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/10/A001-16-17-Accreditation-Policy-and-Procedure-Manual-11-1-15.pdf>
- Accreditation Board for Engineering and Technology. (2016). *El proceso de acreditación ABET es llevada a cabo por cuatro comisiones de acreditación*. Recuperado el 20 de enero de 2016, de <http://www.abet.org/accreditation/>
- Consejo Nacional de Acreditación. (2013). *Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado*. Bogota D.C.: Ministerio de Educación Superior.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Creacion de programas académicos*. Recuperado el 05 de febrero de 2016, de <http://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-235796.html>
- Observatorio Laboral para la Educación. (2016). *Sistema de información del Observatorio Laboral Ministerio de Educación Nacional*. Recuperado el 18 de enero de 2016, de <http://bi.mineducacion.gov.co:8380/eportal/web/men-observatorio-laboral/programas-carreras1>
- Ochoa, K. (2013). *Aportes de la ingeniería a la salud y la calidad de vida: una revisión*. Bogotá, Colombia: Universidad del Bosque.
- Reinoso, J. (2013). *Pertinencia de los programas de ingeniería biomédica en Colombia*. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Rios, A., Cruz, A., Rodriguez, L., & Chaparro, J. (2003). *La ingeniería biomédica en Colombia: una perspectiva desde la formación del pregrado*. Medellín, Colombia: Escuela de Ingeniería de Antioquia - Universidad CES.
- Sistema Nacional de Educación Superior (SNIES) . (2016). *Ministerio de Educación Nacional*. Recuperado el 18 de enero de 2016, de <http://bi.mineducacion.gov.co:8380/eportal/web/snies1/poblacion-estudiantil>
- Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, S. (07 de abril de 2016). *Ministerio de Educación Nacional*. Recuperado el 07 de abril de 2016, de <http://snies.mineducacion.gov.co/consultasnies/programa#>

## ANEXO "A"

### FICHA TÉCNICA DE LA ENCUESTA VIRTUAL

<b>OBJETIVO:</b>	Medir el grado de percepción de los estudiantes del pregrado de Ingeniería Biomédica, con el fin de identificar el conocimiento efectivo del programa académico, deserción y vinculación laboral, obteniendo datos que permitan conocer la evolución del pregrado.
<b>TIPO DE ESTUDIO:</b>	Cuantitativo – Cualitativo.
<b>TECNICA DE INVESTIGACION</b>	Encuesta virtual aplicada a los estudiantes del pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá.
<b>CUESTIONARIO</b>	Semi – estructurado con 3 componentes: seis (6) preguntas abiertas, siete (7) preguntas cerradas.  De las preguntas 1 a la 5, permiten medir el indicador de diversidad conceptual de la profesión.  De las preguntas 6 a la 10, permiten identificar las variables de deserción estudiantil.  De las preguntas 11 a las 13, permiten identificar la vinculación laboral para recién graduados.
<b>UNIVERSO:</b>	1.379 estudiantes matriculados en 2015-2 en el pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá.
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA:</b>	383 estudiantes activos del pregrado de ingeniería Biomédica
<b>COBERTURA:</b>	Estudiantes matriculados y que asisten al pregrado de Ingeniería Biomédica en Bogotá.
<b>FECHA DE TRABAJO DE CAMPO:</b>	20 de abril de 2016