

ANÁLISIS DE LOS TRABAJOS DE GRADO DE LAS FACULTADES DE INGENIERÍA
MECÁNICA DE MEDELLÍN EN EL PERIODO 2006-2012

JULIÁN ANDRÉS ÁLVAREZ CORRALES

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

PREGRANDO EN INEGNIERÍA MECÁNICA

MEDELLÍN

2013

**ANÁLISIS DE LOS TRABAJOS DE GRADO DE LAS FACULTADES DE INGENIERÍA
MECÁNICA DE MEDELLÍN EN EL PERIODO 2006-2012**

AUTOR

JULIÁN ANDRÉS ÁLVAREZ CORRALES

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

DIRECTORES

BEATRIZ JANETH GALEANO

RICARDO LLERENA LEON

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

PREGRANDO EN INEGNIERÍA MECÁNICA

MEDELLÍN

2013

A Martha y José, mis padres.

A Natalia, mi esposa.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Martha Corrales y José Álvarez, por todo el esfuerzo que hicieron para que yo hiciera esta carrera.

A mi esposa Natalia Vélez, por estar siempre a mi lado, por su insistencia y la gran ayuda que me brindó para que terminara mi trabajo de grado.

A Beatriz Janeth Galeano, mi profe y directora por tanta paciencia y dedicación.

A Diego Flórez, por acosarme a cada momento para realizar el trabajo de grado y por abrirme las puertas a mi vida profesional.

Contenido

Resumen.....	7
Abstract.....	7
Palabras claves.....	8
Introducción	9
CAPÍTULO 1: Estado del arte	10
1.1 La investigación como poder de transformación y mejoramiento.....	10
1.2 El oficio del Ingeniero Mecánico.....	13
1.3 Proyección de la ingeniería mecánica al 2028 según (ASME, 2008).....	17
1.4 Estudio prospectivo al 2020 del programa de ingeniería mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín (Florez, 2012)	20
1.4.1 Área Materiales.....	20
1.4.2 Área Procesos de Manufactura	20
1.4.3 Área Energía y Termodinámica.....	20
1.4.4 Área Diseño y Control de Sistemas Técnicos.....	21
1.4.5 Área Mantenimiento.....	21
1.4.6 Área Administrativa	21
CAPITULO 2: Metodología	23
2.1 Base de datos y clasificación de la información.....	23
2.2 Análisis estadístico.....	23
2.3 Comparación de los trabajos de cada universidad.....	25
CAPÍTULO 3: Análisis estadístico	27
3.1 Análisis por áreas.....	27
3.2 Análisis por materia.....	30
3.3 Diseño y control.....	31

3.4 Energía y termodinámica	33
3.5 Gestión	36
3.6 Materiales y procesos.....	38
Conclusiones	40
Bibliografía	42

Resumen

Es indiscutible el papel de la Ingeniería Mecánica en el diseño y construcción de elementos, máquinas, equipos y sistemas mecánicos buscando mejorar la calidad de vida de la humanidad, lo que la hace un tema relevante de estudio. En este trabajo se presentará un análisis, desde un estudio estadístico descriptivo, sobre las áreas y temas que se están investigando en los trabajos de grado de la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional y la Universidad Eafit, en comparación con la Universidad Pontificia Bolivariana, desde al año 2006 hasta el 2012, con la intención de conocer el direccionamiento que se le está dando a la investigación.

Abstract

Unquestionably the role of mechanical engineering in the design and construction of items, machinery and mechanical systems seeking to improve the quality of life of humanity, which makes it an important topic of study, about what he has done, is working and points to the future. In this paper an analysis is presented, from a descriptive statistical study on the areas and issues that are investigated in the thesis from the Universidad de Antioquia, the Universidad Nacional and the Eafit University, compared with the Universidad Pontificia Bolivariana, from 2006 until 2012, with the intention of knowing the address that is being given to research in this area.

Palabras claves

Trabajo de grado, áreas, temáticas, prospectiva, estadística descriptiva, Ingeniería Mecánica.

Introducción

El siguiente trabajo es el resultado de una necesidad que surgió en la Universidad Pontificia Bolivariana de conocer cuál era el estado actual de los trabajos de grado en Ingeniería Mecánica que se estaban realizando en la ciudad, con el objetivo de conocer hacia dónde está orientada la investigación en las diferentes disciplinas de la ingeniería mecánica.

Por tal razón, se recurrió a las principales universidades de la ciudad que forman profesionales en esta disciplina como son la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional y la Universidad Eafit, en comparación con la Universidad Pontificia Bolivariana. Se elaboró una base de datos de los trabajos de grado presentados desde el 2006 hasta el 2012, se clasificó la información por áreas y materias, se tradujo en gráficas y con los resultados se elaboró un análisis del cual se sacaron algunas conclusiones.

La primera parte del trabajo habla sobre la importancia de la investigación en general, luego describe las funciones del Ingeniero Mecánico en la industria y en la sociedad, según la Sociedad Española de Ingenieros Mecánicos; después, se menciona el direccionamiento que se le quiere dar a la Ingeniería Mecánica hasta el 2028, de acuerdo a la Cumbre Mundial sobre el futuro de la Ingeniería Mecánica, realizada en el 2008 por la ASME, desde el enfoque internacional, y según el Estudio Prospectivo al año 2020 del programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, desde el marco local.

En la segunda parte, se presenta la metodología de trabajo, posteriormente, se presenta la información en forma de gráficos de barras, para luego ser analizada, y finalmente se presentan las conclusiones.

CAPÍTULO 1: Estado del arte

1.1 La investigación como poder de transformación y mejoramiento

En la actualidad, se escuchan constantemente las palabras nuevo conocimiento, innovación e investigación, no sólo en el ámbito académico sino también en el empresarial, debido a que cada vez hay una mayor exigencia de ser competitivos y buscar soluciones para mejorar los procesos y la calidad de vida.

Borrero (2003) citado por Ramírez (2011) cuenta que:

La palabra investigación en sus orígenes denotaba *recorrer caminos ya trazados, repasar las huellas de la ciencia, reconstruir en nuestra mente lo recogido*. Esta acepción primó en los siglos XII y XIII cuando se rescató la sabiduría milenaria acumulada por el hombre. Con la revolución científica del siglo XVI y con ello la llegada de las *ciencias nuevas*, la investigación cambió su significado y se tornó entonces en *la búsqueda de lo desconocido*, aunque durante el Renacimiento tomó también visos de invención.

Según la Real Academia de la Lengua Española, hoy en día, investigar se define como realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia, y para entender completamente esta definición el foco de atención se debe centrar en la frase, actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático, ya que nos indica que investigar es un proceso que se ajusta a un sistema.

Aunque algunos académicos hablan de tres tipos de investigación que son la científica, aplicada y formativa; la científica direccionada desde la ciencia, la aplicada desde la práctica y la formativa desde el aula de clase, Ramírez (2011) hace referencia solo a dos tipos, la investigación propiamente dicha, la cual se refiere a grupos de investigación que producen artículos, libros, patentes o innovaciones tecnológicas de diverso tipo, y la investigación formativa o de autorreflexión colectiva de la

investigación educativa en el aula, la cual apunta a innovaciones pedagógicas, curriculares o de textos.

En cualquiera de los tipos de investigación en el que se vaya a trabajar se hace importante hacer una reflexión acerca de qué es el conocimiento, cuál es la manera de llegar a él, qué podría catalogarse como nuevo conocimiento o un conocimiento útil para la sociedad.

Lindberg (2002) asegura que

La naturaleza de la ciencia ha sido tema de un vigoroso debate durante siglos, un debate mantenido por científicos, filósofos, historiadores y otras partes interesadas. Aunque no ha surgido un consenso general, varias concepciones de la ciencia han conseguido un fuerte apoyo. Un aspecto sostiene que la ciencia es el esquema de conducta por el que los seres humanos han conseguido el control sobre su entorno. Así pues, la ciencia está asociada con las técnicas tradicionales y con la tecnología, y se considera que los pueblos prehistóricos contribuyeron al crecimiento de la ciencia cuando aprendieron cómo trabajar los metales o se dedicaron con éxito a la agricultura. Una opinión alternativa distingue entre la ciencia y la tecnología, considerando la ciencia como un cuerpo de conocimiento teórico, y la tecnología como la aplicación del conocimiento teórico para la solución de problemas prácticos. Desde esta perspectiva, la tecnología de la construcción y el diseño del automóvil tienen que distinguirse de la mecánica teórica, la aerodinámica y las otras disciplinas que la guían. Y solo deben contarse como “ciencias” las disciplinas teóricas.

No obstante, ninguna definición acerca de la ciencia y la tecnología parece ser definitiva, al igual que ocurre cuando se habla de conocimiento. Desde la filosofía de la ciencia se ha analizado mucho el tema del conocimiento y sus métodos, pero se ha

llegado a la conclusión de que en cualquier caso lo importante es entender que los hechos, al igual que el conocimiento, son falibles y están sujetos a corrección (Chalmers, 1990), no se trata de que hay una ley que nos dice qué es el conocimiento o que no, sino que es un proceso en el cual se construye, se confronta, se reevalúa y se replantea de manera constante.

Bunge (2004) asegura que

Tanto los defensores como los detractores de la modernidad concuerdan en que sus motores son la ciencia y la técnica. Sin embargo, éstas son practicadas por pocos y entendidas por menos. Para peor, son ampliamente incomprendidas. Por ejemplo, suelen confundírseles entre sí y atribuírseles todos los bienes o, al contrario, todos los males de nuestro tiempo. También ocurre que se las admira pero se les considera artículos suntuarios, particularmente en los países subdesarrollados. Son pocos quienes advierten que, por carecer de ciencias y técnicas propias, estos países no se desarrollan en profundidad ni de manera sostenible.

Esto no es nada reciente, ya que desde la antigüedad quien supiera como crear fuego o manipular los metales tenía la ventaja sobre sus enemigos, fue lo que Rusell (1988) llamó pensamiento poder, aseguró que

"la ciencia es en primer lugar conocimiento, pero la ciencia como conocimiento es desplazada a segundo término por la ciencia como poder manipulador... Ya que el pensamiento científico es esencialmente un pensamiento-poder, es esa clase de pensamiento cuyo propósito, consciente o inconsciente, es conferir poder a su poseedor."

De esta manera, bajo ninguna circunstancia se puede ignorar la importancia del conocimiento, no solo en la época actual sino a lo largo de toda la historia de la humanidad.

1.2 El oficio del Ingeniero Mecánico

Pese a las diferentes definiciones existentes sobre qué es ser Ingeniero Mecánico, todas concuerdan en que éste es una persona que utiliza su entorno y los recursos para transformarlos en beneficio de la humanidad. Su campo de acción es tan amplio como el conocimiento mismo, desempeñándose en el área de la salud, desarrollos de bioingeniería, procesos alimenticios, industria química, y nuevas maquinarias solo por citar algunos.

Pero es más extenso de lo que parece, según el Informe para la Asociación Española de Ingeniería Mecánica – AEIM - (2011) las funciones que puede cumplir un Ingeniero Mecánico en la industria son:

Especificaciones Técnicas

Consiste en identificar una necesidad, analizar sus variables, las características principales y evaluar los criterios técnicos y económicos. Se continúa con una investigación del estado del arte y con base en ella se redefine la necesidad o producto, dejando claridad sobre las nuevas especificaciones técnicas. Una vez redefinida, se procede a dividirlo en subsistemas y se asigna a las diferentes áreas de la ingeniería mecánica y otras disciplinas que correspondan. Se desarrolla cada subsistema y posteriormente se hace la integración para obtener un producto final.

Diseño Mecánico

Se fundamenta en los conocimientos técnicos adquiridos para idear un componente, conjunto, máquina o estructura en base a las especificaciones técnicas requeridas, valiéndose de herramientas CAD y diferente software de diseño. También es

importante la labor de prever como se van llevar a cabo los procesos de transporte de materiales, fabricación y montajes.

Análisis

El ingeniero realiza todos los análisis pertinentes que determinen tanto la funcionalidad y operatividad del diseño realizado como la viabilidad económica. Los análisis pueden abarcar todas las áreas de la ingeniería mecánica e incluso otras disciplinas. El uso de los diferentes software de cálculo es de vital importancia en este campo del ingeniero mecánico.

Ensayo de prototipos

Consiste en construir un prototipo a escala de un elemento diseñado, con el fin de asegurarse que éste va a funcionar correctamente. Empieza por construir y ensayar prototipos, observando y midiendo su comportamiento a través de un tiempo suficientemente largo. Si el comportamiento del prototipo presenta diferencias importantes con los resultados del análisis, se procede entonces a modificar el diseño, volver a realizar el análisis, modificar o fabricar un nuevo prototipo y realizar los ensayos nuevamente. Este ciclo se repite tantas veces como sea necesario.

Fabricación

En el campo de la fabricación, se parte de un diseño completo donde se encuentran especificadas cada una de las partes de las que se compone el sistema y la integración de estas. El proceso de fabricación consiste en seguir una serie de procedimientos, que en su mayoría se encuentra estandarizados y normalizados, y que debieron ser referenciados en el diseño. Muchas veces el trabajo se lleva a cabo en grupos multidisciplinares con personal experto en procesado de materiales (cerámicos y compuestos, metales, control numérico, etc.), conocimiento en proceso de ensamble, planeación y control de producción y software, entre otros.

Seguimiento del comportamiento en servicio

Una vez que los productos están siendo ya utilizados por los clientes, la información de su comportamiento en servicio es muy importante para corregir problemas imprevistos que hayan podido aparecer, así como para la mejora de las futuras series de ese producto. Posteriormente se establecen unos niveles de fiabilidad del producto en el tiempo, de modo que si se observan diferencias importantes entre lo establecido y lo registrado, se estudian las causas a fin de ajustar mejor la confiabilidad en servicio.

Una tarea típica de un ingeniero mecánico en esta fase es también la de diagnóstico; es decir, que el estudio detallado de los fallos, por ejemplo de piezas rotas en servicio, es imprescindible para modificar el diseño o el proceso de fabricación para solucionarlos. Una vez se conozcan las causas principales del fallo, se proponen modificaciones del producto que deben ser introducidas en el ciclo de desarrollo de productos, para que las series sucesivas se ajusten mejor a la fiabilidad buscada.

Ejecución y control del montaje de maquinaria, instalaciones y obras de construcción industrial

La ejecución del montaje y obras auxiliares suelen ser complejas y artesanales y exige una minuciosa planificación y seguimiento para garantizar que el montaje sea correcto, y la máquina e instalaciones se suministren al cliente de acuerdo con las especificaciones estipuladas en el contrato. Muy importante es tener en cuenta que se trata de productos de mucha cuantía económica, en los que una incorrecta planificación o ejecución puede dar lugar a cuantiosas pérdidas o reducción de beneficios. Se requiere entonces de buenos conocimientos de mecánica general, teoría de estructuras, materiales de construcción, elementos de transporte, planificación, técnicas de construcción y obra civil, gestión de recursos humanos y materiales, así como el cumplimiento de una amplia normativa de construcción, normativas medioambientales y urbanísticas, de seguridad en el trabajo, así como don de gentes para el trato con operarios, clientes, suministradores y subcontratistas, para ir

resolviendo en tiempo real y de forma óptima los problemas inesperados que inevitablemente aparecen en este tipo de trabajos.

Mantenimiento industrial

Todas las máquinas, las instalaciones y los edificios industriales de la propia planta o empresa requieren tareas de mantenimiento para su correcto funcionamiento y actualización. Los ingenieros de diversas especializaciones, que se dedican a estas tareas en las empresas, tienen que ser capaces del manejo práctico y con habilidad de una cantidad importante de conocimientos: mecánica, electricidad, electrónica, hidráulica y neumática, manejo de máquinas y herramientas, gestión de grupos de trabajo, etc. aparte de ingenio, capacidad de improvisación y de conocer a la perfección el funcionamiento de las máquinas, instalaciones y procesos de la planta industrial o empresa.

Se trata de una tarea de gran responsabilidad aunque no siempre suficientemente valorada, y que exige una disponibilidad de horarios muy amplia por parte de los técnicos que se dedican a esas labores, con una repercusión inmediata en el buen funcionamiento y resultados de la empresa.

Ingeniería y consultoría

Existen empresas en todo el mundo cuya misión es la de dar soporte de ingeniería a otras empresas. Su mercado son pequeñas industrias que prefieren subcontratar las tareas de diseño y análisis que esporádicamente les surgen, de tal modo que no necesitan tener ingenieros dedicados a esas tareas. Pero en los países desarrollados ese mercado es relativamente reducido, por lo que es en la aplicación de tecnología e ingeniería de muy alto nivel donde estas empresas tienen su mercado natural. Se trata de trabajos que requieren mucha especialización y conocimientos avanzados y actualizados en una amplia variedad de temas. El tipo de trabajo que desarrollan es de ingeniería avanzada y también entran directamente en el campo del desarrollo tecnológico, pero ya apenas en el de la investigación propiamente dicha.

Investigación tecnológica y desarrollo

Las tareas de desarrollo tecnológico se llevan a cabo fundamentalmente en centros especializados y en empresas con alto nivel de tecnología, a veces también incluyendo colaboración con la universidad. Se trata de generar nuevos conocimientos para ser directamente aplicados en la industria, por ejemplo para desarrollar una metodología que permita solucionar un tipo de problemas concretos, y por ello están más cercanas a la ingeniería propiamente dicha. Aquí los aspectos de rentabilidad económica son decisivos, pues un desarrollo tecnológico para ser válido debe posibilitar la solución rentable de problemas de la industria.

Normalmente los investigadores trabajan en grupos multidisciplinares, que incluyen profesionales diversos; actualmente la figura de un investigador aislado es muy poco frecuente en temas tecnológicos debido a la gran complejidad de los temas que se tratan, que hacen prácticamente imposible que una persona aislada pueda abarcar todos los conocimientos necesarios.

Formación

Es una importante labor de los ingenieros mecánicos, formar a los nuevos profesionales y hacer una retroalimentación entre práctica y teoría.

1.3 Proyección de la ingeniería mecánica al 2028 según (ASME, 2008)

La American Society of Mechanical Engineers – ASME – es una de las asociaciones de ingeniería a nivel mundial más antiguas, la cual ha establecido un código de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos, entre otros, que ha sido avalada en casi todo el mundo.

En julio de 2008 ASME publicó un documento llamado “2028 Vision For Mechanical Engineering”, producto de la Cumbre Mundial sobre el Futuro de la Ingeniería Mecánica 2028, al cual asistieron ponentes e invitados de 19 países para discutir

sobre la visión de la Ingeniería Mecánica en los próximos 20 años y cuyas propuestas fueron las siguientes:

- Desarrollo sostenible a través de nuevas tecnologías y técnicas, y responder a las presiones ambientales a nivel mundial provocadas por el crecimiento económico.
- Estar a la vanguardia en la aplicación de un enfoque de diseño de sistemas a pequeña y gran escala.
- Participar de la colaboración internacional en torno a los conocimientos críticos y las competencias.
- Trabajar en las nuevas bio-nano tecnologías para proporcionar soluciones en campos tan diversos como la salud, la energía, los tratamientos del agua, el medio ambiente y la agricultura.
- Crear soluciones de ingeniería para el 90% de la población que vive con menos de 2 dólares al día.

Según el documento publicado por ASME, el Ingeniero Mecánico debe buscar el desarrollo de un mundo más sano, más limpio, más seguro y sostenible, y estos son fundamentales para las tecnologías que sirven a la gente, son altamente representados tanto en sectores energéticos tradicionales como alternativos. Tienen el conocimiento y las habilidades necesarias para el diseño de nuevas fuentes de energía, hacer más limpias las fuentes energéticas existentes y mejorar la eficiencia de las tecnologías actuales y emergentes. Deben estar a la vanguardia del desarrollo de nuevas tecnologías para la rehabilitación del medio ambiente, la agricultura y la producción de alimentos, la vivienda, el transporte, la seguridad, la salud y los recursos hídricos. Deben siempre tener en cuenta la experiencia de las generaciones anteriores sobre todo la de los hoy países desarrollados, para evitar que los países en vía de desarrollo caigan en los mismos errores cometidos en el proceso de industrialización. Y deben buscar involucrarse en la política y tener cargos administrativos para que sean ellos,

los que están mejor informados, quienes tomen las mejores decisiones en ciencia, tecnología e innovación.

De igual manera, el Ingeniero Mecánico del futuro debe reestructurarse para resolver las demandas de muchas personas con mayor conocimiento técnico y más profesionales que también tienen profundidad en la gestión, la creatividad y la resolución de problemas, por el trabajo colaborativo y la regulación global de la innovación. También debe tenerse en cuenta que los posibles empleadores buscarán promover a las personas con antecedentes únicos y variados para maximizar su potencial de éxito en las diversas culturas y situaciones.

Otra de las proyecciones consiste en que la nanotecnología y la biotecnología dominarán el desarrollo tecnológico en los próximos 20 años y se incorporarán en todos los aspectos de la tecnología que afectan a nuestras vidas a diario. Nano-Bio proporcionará los elementos básicos que los futuros ingenieros van a utilizar para resolver problemas urgentes en diversos campos, incluyendo la gestión de la medicina, la energía, el agua, la aeronáutica, la agricultura y la gestión ambiental. Y los avances en el diseño asistido por ordenador, los materiales, la robótica, la nanotecnología y la biotecnología democratizarán el proceso de diseño y creación de nuevos dispositivos. Los ingenieros serán capaces de diseñar soluciones a los problemas locales. Ingenieros individuales tendrán más libertad para diseñar y construir sus dispositivos utilizando materiales y mano de obra locales, promoviendo la creación de un renacimiento de los empresarios de ingeniería. La fuerza de trabajo va a cambiar a medida que más ingenieros trabajan en el país como parte de las empresas de ingeniería más grandes y descentralizadas o como empresarios independientes.

1.4 Estudio prospectivo al 2020 del programa de ingeniería mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín (Florez, 2012)

El estudio fue realizado utilizando el método Delphi, a partir del cual, después de tres rondas de encuestas con expertos en la materia, se obtuvo una serie de materias clasificadas como de alta prioridad en la formación de los Ingenieros Mecánicos de la UPB hacia el año 2020. A continuación se presenta el listado de materias, clasificadas por áreas.

1.4.1 Área Materiales

- Aprovechamiento de residuos.
- Nanomateriales compuestos.
- Producción limpia.
- Nanomateriales plásticos.
- Materiales con capacidad de memoria.

1.4.2 Área Procesos de Manufactura

- Robótica, automatización, mecatrónica.
- CAD. CAM. CAPP. CAE. CIM. FMS. RP.
- Control estadístico de procesos.

1.4.3 Área Energía y Termodinámica

- Diseño y análisis de sistemas complejos de conversión de energía.
- Recuperación de calor en las diferentes industrias.
- Diseño y análisis de sistemas de energías renovables.
- Planeación energética.
- Sostenibilidad energética.
- Aplicaciones de micro y nanotecnología en sistemas térmicos.
- Combustión y biocombustibles.
- Tecnologías de energía con hidrógeno.

- Optimización de colectores solares.
- Energía eólica.
- Optimización de planta.
- Mecánica de fluidos y reología de fluidos complejos.
- Aplicaciones de energía obtenida a partir de biomasa.

1.4.4 Área Diseño y Control de Sistemas Técnicos

- Métodos de computación aplicados a ingeniería mecánica.
- Software para el manejo de información en ingeniería de productos y el ciclo de vida del producto.
- Micro y nanosistemas.
- Computación e informática en ingeniería.
- Software para representación, modelación, simulación, análisis, diseño y desarrollo de productos:
- CAD, CAE, CAM, CFD.
- Confiabilidad, análisis de esfuerzos y prevención de fallas.
- Mecatrónica y robótica.
- Diseño para la manufactura.
- Dinámica y control de sistemas mecánicos, energéticos, químicos, biológicos, ambientales y humanos.

1.4.5 Área Mantenimiento

- Análisis de falla.
- Estrategias de mantenimiento (TPM - RCM).

1.4.6 Área Administrativa

- Planeación, ejecución y control de proyectos.
- Gerencia y gestión de proyectos.

El objetivo principal de este trabajo fue realizar un análisis estadístico de tipo descriptivo cualitativo, de los trabajos de grado desarrollados en las áreas que tienen relación con ingeniería mecánica en los últimos cinco años en diferentes universidades de la ciudad de Medellín; Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), Universidad de Antioquia (U de A), Universidad Nacional (Unal) y Universidad EAFIT. En el siguiente capítulo se explicará cual fue la metodología usada para llevar a cabo la investigación.

CAPITULO 2: Metodología

El presente capítulo expone la metodología usada para llevar a cabo el análisis estadístico descriptivo cualitativo. Se plantean tres fases de desarrollo que se explican a continuación.

2.1 Base de datos y clasificación de la información

Lo primero fue desarrollar una base de datos en la que se describieron y clasificaron los proyectos de grado desarrollados en los programas de Ingeniería Mecánica de la UPB y otras tres universidades; Universidad de Antioquia, Universidad Nacional y EAFIT, entre los años 2006 a 2012.

El proceso de creación de la base de datos consistió en registrar el año, el nombre o título del proyecto, el autor y el resumen de cada proyecto realizado por los estudiantes de cada una de las cuatro universidades durante los años citados. Esta información fue obtenida de la biblioteca de cada universidad.

2.2 Análisis estadístico

La segunda parte consistió en realizar un análisis estadístico de la información con el fin de visualizar las áreas y temáticas más desarrolladas por los estudiantes.

Apoyado en el programa académico de la UPB, se identificaron las áreas o ramas principales de la ingeniería mecánica y las materias de las que se compone cada una de ellas. A continuación se presenta un listado de las materias que se definieron, pertenecientes a las cinco áreas principales de la ingeniería:

Diseño y control:

- CAD
- Estática y dinámica
- Mecanismos

- Diseño
- Electricidad
- Ingeniería de control
- Prototipos
- Hidráulica
- Vibraciones
- CAE
- Dibujo mecánico
- Programación

Energía y termodinámica:

- Termodinámica
- Transferencia de calor
- Termofluidos computacional
- Fuentes alternas de energía
- Fluidos
- Refrigeración y aire acondicionado
- Uso racional de la energía

Materiales y procesos:

- Materiales metálicos
- Procesos de metales
- Polímeros
- Maquinados y procesamiento de polímeros
- Ensayos no destructivos y calificación de soldadura
- Mecánica de materiales
- Cerámicos y compuestos
- Selección de materiales

- MCAD
- Tratamientos térmicos

Gestión:

- Planeación y control de producción
- Ingeniería de proyectos
- Mantenimiento y montajes
- Práctica
- Trabajo de grado
- Finanzas
- Gerencia integral
- Evaluación de proyectos
- Administración y finanzas

Finalmente, se realizó una clasificación primero por área y posteriormente por materia, apoyado en el título y el resumen registrado en la base de datos. Para esto se generó un archivo de Excel de la siguiente forma; año, título, área, materia y autor.

Una vez clasificada la información, por medio del uso de las tablas dinámicas, se organizaron los datos en gráficos de barras, identificando el año más frecuente y la materia más trabajada por año y por universidad.

2.3 Comparación de los trabajos de cada universidad

La tercera y última fase, consistió en utilizar las tablas dinámicas como herramienta para presentar la información en gráficos de barras, de esta forma facilitar el ejercicio de comparar la información obtenida de los trabajos de grado de Ingeniería Mecánica en la UPB con los de cada una de las universidades investigadas; Nacional, Antioquia y EAFIT.

Este análisis comparativo lo que busca es evidenciar el direccionamiento que se le está dando a la investigación en ingeniería mecánica en las cuatro universidades más reconocidas de la región en esta disciplina, tomando como criterio de evaluación el porcentaje de trabajos realizados de cada materia versus la totalidad de trabajos entregados por cada año desde el 2006 hasta el 2012.

CAPÍTULO 3: Análisis estadístico

A partir de los datos encontrados en la primera fase del trabajo se generó una base de datos (ver anexo 1) en la que se clasificaron los trabajos de grados de cada universidad de acuerdo con la metodología expuesta y se extrajo la información más relevante que permitiera realizar el análisis que se presenta en este capítulo.

Para realizar el análisis de resultados se tuvieron en cuenta las siguientes situaciones:

- No se encontraron registros en el catálogo en línea de la biblioteca de la Universidad Eafit, sobre trabajos de grado en Ingeniería Mecánica entre los años 2006 al 2012, por tal motivo esta universidad no se incluyó en el análisis. Durante el proceso de recolección de la información, se realizaron dos visitas a la universidad EAFIT, donde con la asesoría de los funcionarios de la biblioteca se realizó la búsqueda en los catálogos en línea y en ninguno de los casos se pudo encontrar registros, para el periodo en estudio.
- Para la U de A y la Unal se tiene la opción de elegir entre práctica profesional y trabajo de grado, sin embargo los informes finales de práctica fueron registrados como trabajo de grado. A su vez para los estudiantes de la UPB es obligatorio presentar un trabajo final de carrera y realizar la práctica profesional, quedando registrado en la base de datos de la biblioteca únicamente los trabajos de grado.

3.1 Análisis por áreas

Los siguientes gráficos de barras muestran los porcentajes de trabajos presentados por los estudiantes de las diferentes universidades en cada área.

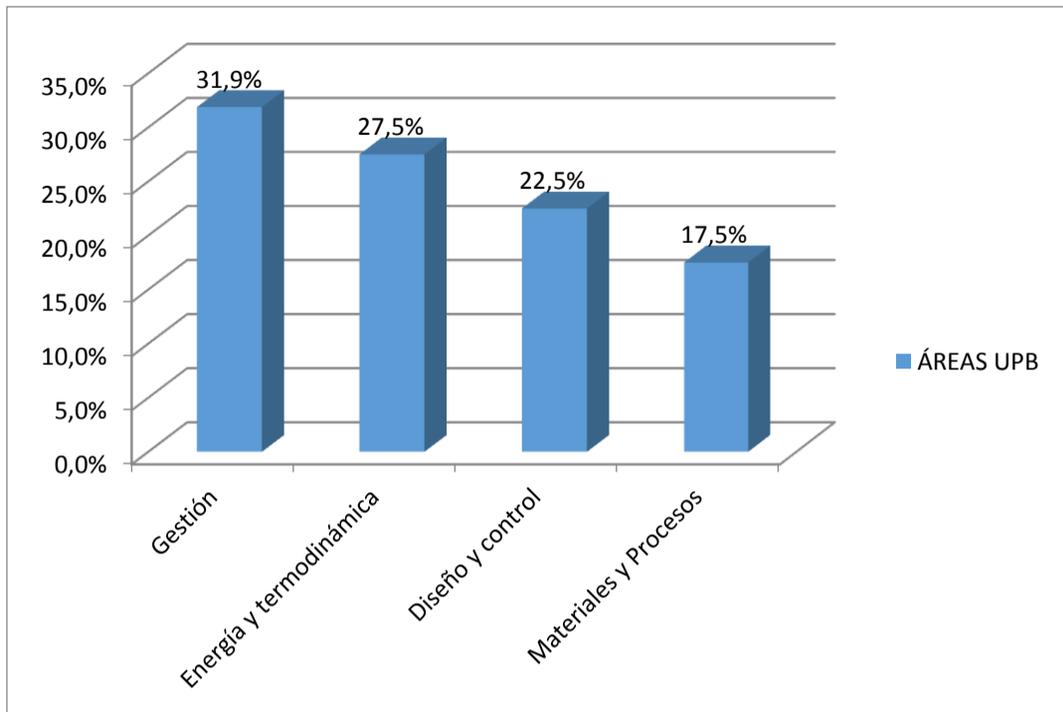


Ilustración 1. Áreas UPB.

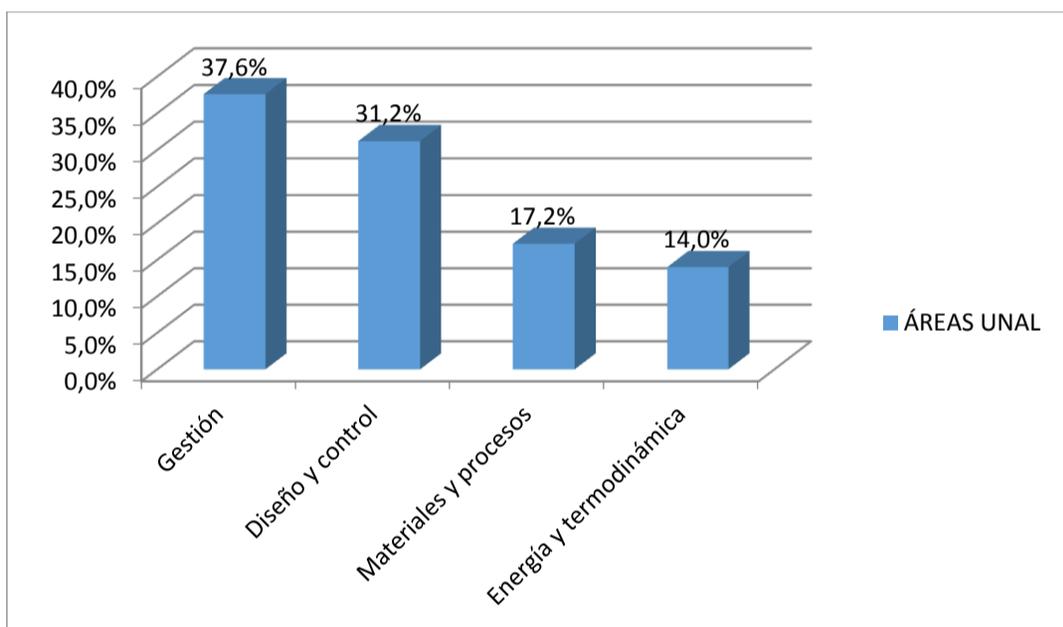


Ilustración 2. Áreas Unal.

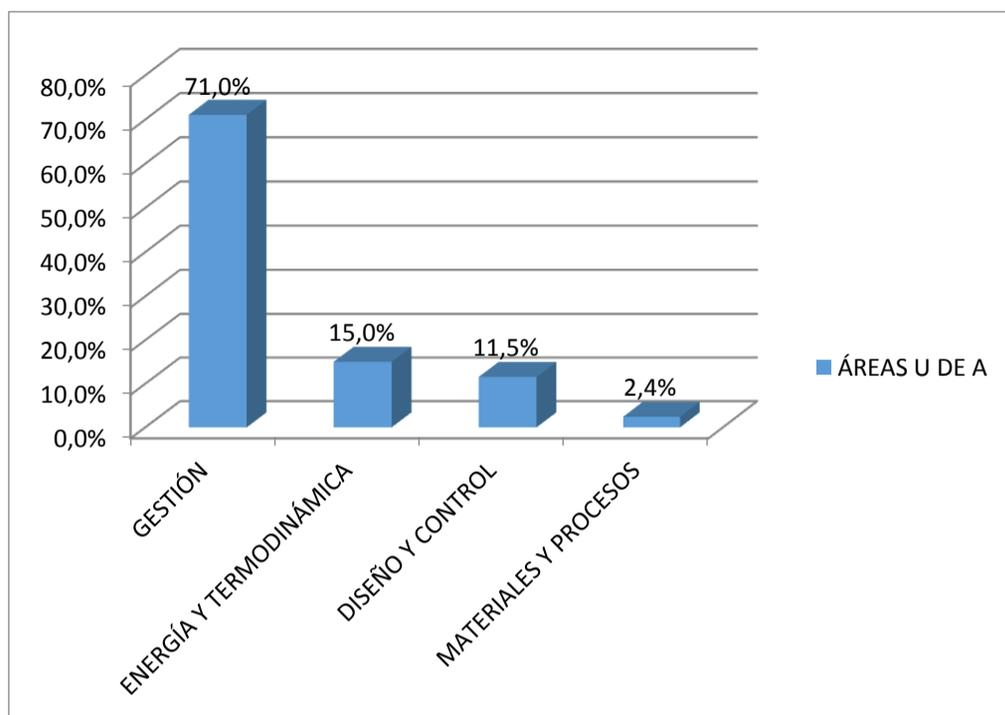


Ilustración 3. Áreas U de A.

Si bien los datos encontrados evidencian que el área de mayor preferencia para la realización de los trabajos de grado en todas las universidades es la de gestión, es claro que la Universidad de Antioquia es la que presenta el mayor porcentaje de trabajos en esta área. Mientras que la UPB arroja un 31,9% y la Universidad Nacional un 37,6%, la Universidad de Antioquia muestra un 71%, lo cual representa el doble de porcentaje de las otras universidades.

Sin embargo, cuando se trata de analizar el área de Energía y Termodinámica la tendencia más marcada la tiene la UPB con un 27,5%, seguida de la Universidad de Antioquia con un 15% y finaliza la Universidad Nacional con un 14%. De la misma manera que con el área de Gestión, los datos muestran cómo la UPB tiene una cifra cercana al doble con respecto a las otras universidades.

Para el caso del área de Diseño y Control, se destaca la Unal con un 31,2%, luego la UPB con un 22,5% y la U de A con 11,5%.

En cuanto al área de Materiales y Procesos, se acentúa la UPB con un 17,5%, la Unal con 17,2% y la U de A con 2,4%.

Un punto importante para analizar es la distribución de porcentajes de los trabajos de grado. Es evidente que en la U de A los estudiantes se inclinan a presentar sus trabajos de grado en una sola área, la de gestión 71%, evidenciando un total desequilibrio con respecto a las otras tres áreas con un 28.9%. La Unal, sin embargo, se ve mucho más balanceada, aunque concentra la mayoría de los trabajos en dos áreas, gestión y, diseño y control sumando un 68.8%, lo cual deja un 31.2% para materiales y procesos y energía y termodinámica. Finalmente la UPB es entre las tres universidades la que mejor distribuidos tiene los porcentajes de trabajos presentados. Muestra una diferencia de tan solo un 14.4% entre el área de mayor porcentaje versus la que tiene el menor.

3.2 Análisis por materia

A continuación se van a presentar gráficos de las diferentes temáticas que componen las cuatro áreas principales: diseño y control, energía y termodinámica, materiales y procesos y gestión, de manera que se puedan identificar cuáles son las materias más trabajadas.

3.3 Diseño y control

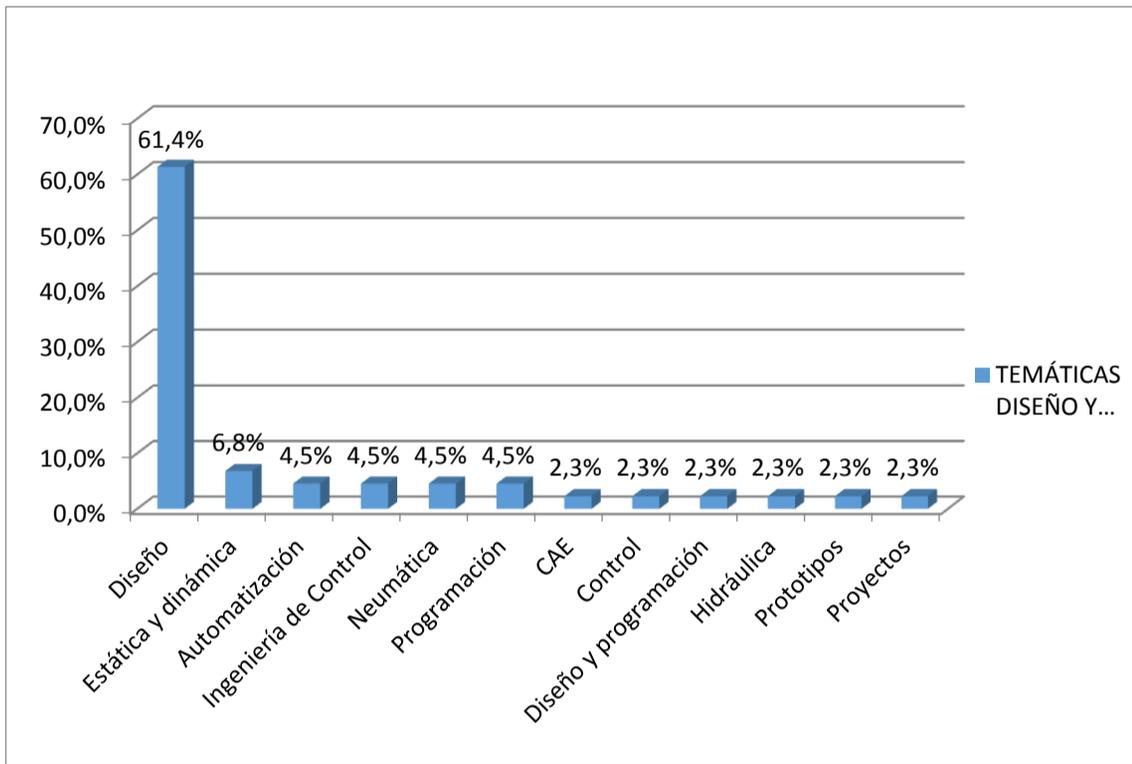


Ilustración 4. Temáticas diseño y control U de A.

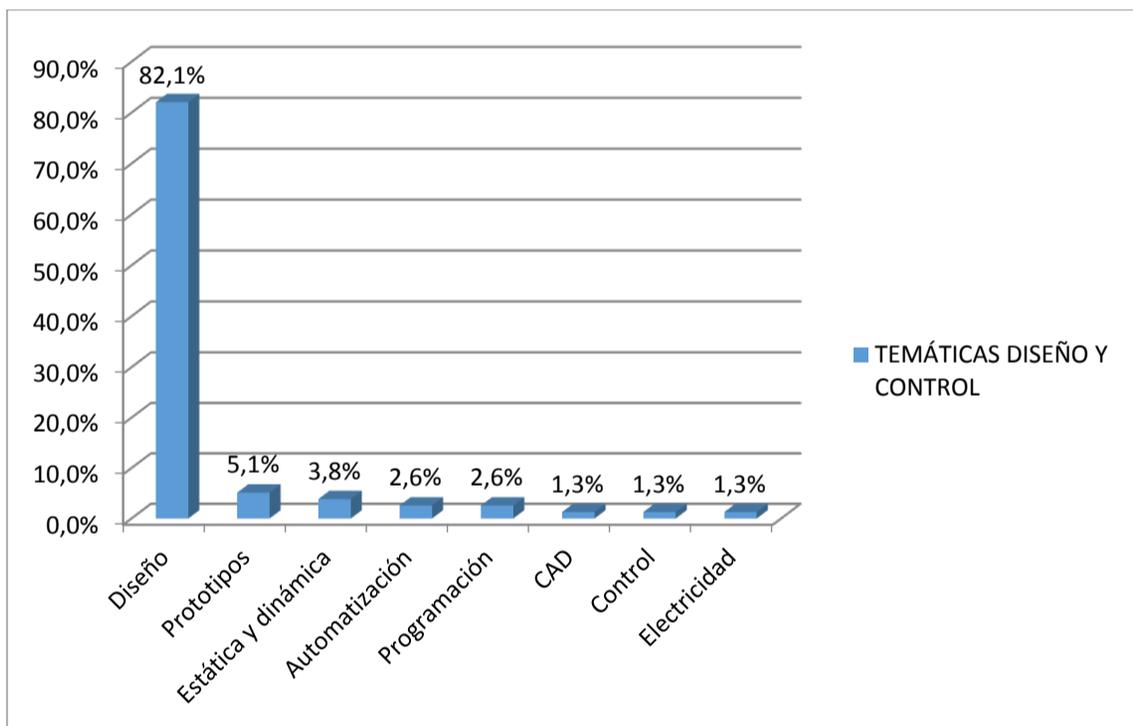


Ilustración 5. Temáticas diseño y control Unal.

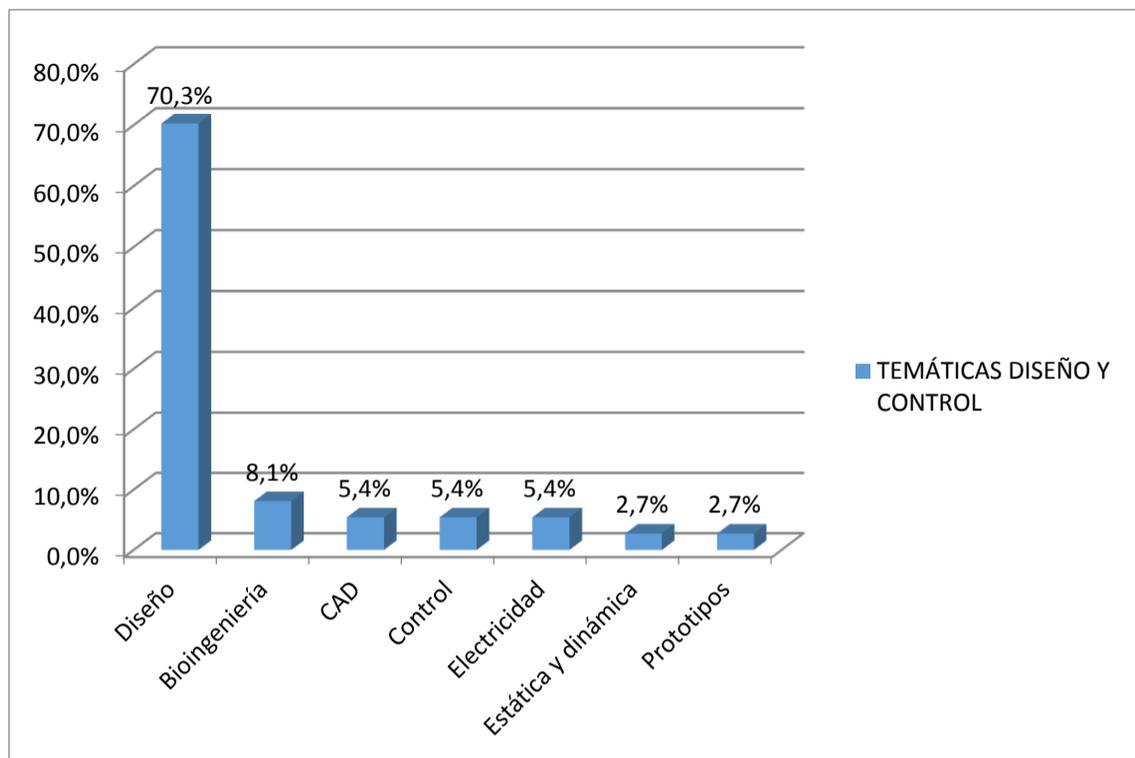


Ilustración 6. Temáticas diseño y control UPB.

Es evidente que en todas las universidades la materia del área de diseño y control que sobresale muy por encima del resto, es la de Diseño, siendo Unal la que presenta el porcentaje más importante con un 82.1%, seguida de la UPB con un 70.3% y finalmente la U de A con un 61.4%.

No es extraño el elevado porcentaje de Diseño, pues esta materia recopila los conocimientos de todas las áreas y temáticas de la Ingeniería Mecánica y los integra. Es importante saber que los trabajos en esta área fueron clasificados como Diseño cuando se trataba de un Diseño de Maquinaria o de proyectos en los que se utilizaba la metodología de Diseño (diseño conceptual, diseño básico o diseño de detalle). Otros trabajos de grado que bien podrían pertenecer a esta temática, como lo son; diseño de un sistema hidráulico, diseño de una prótesis, diseño y construcción de un prototipo, entre otros, se clasificaron en las temáticas, hidráulica, bioingeniería y prototipos respectivamente.

Teniendo en cuenta que para todas las universidades, los porcentajes de materias diferentes a diseño son tan pequeños (inferiores al 7%) no amerita hacer un análisis específico. Sin embargo, cabe resaltar la importancia del 8.1% que presenta la UPB en trabajos realizados de Bioingeniería, materia muy importante de cara al futuro de

acuerdo con la proyección que plantea ASME, siendo esta la única universidad que cuenta con registros en esta temática.

De acuerdo con la ASME y el estudio prospectivo de la UPB se debe centrar esfuerzos en fortalecer las áreas de nanotecnología, control, bioingeniería, desarrollo de prototipos a escala y automatización de procesos.

3.4 Energía y termodinámica

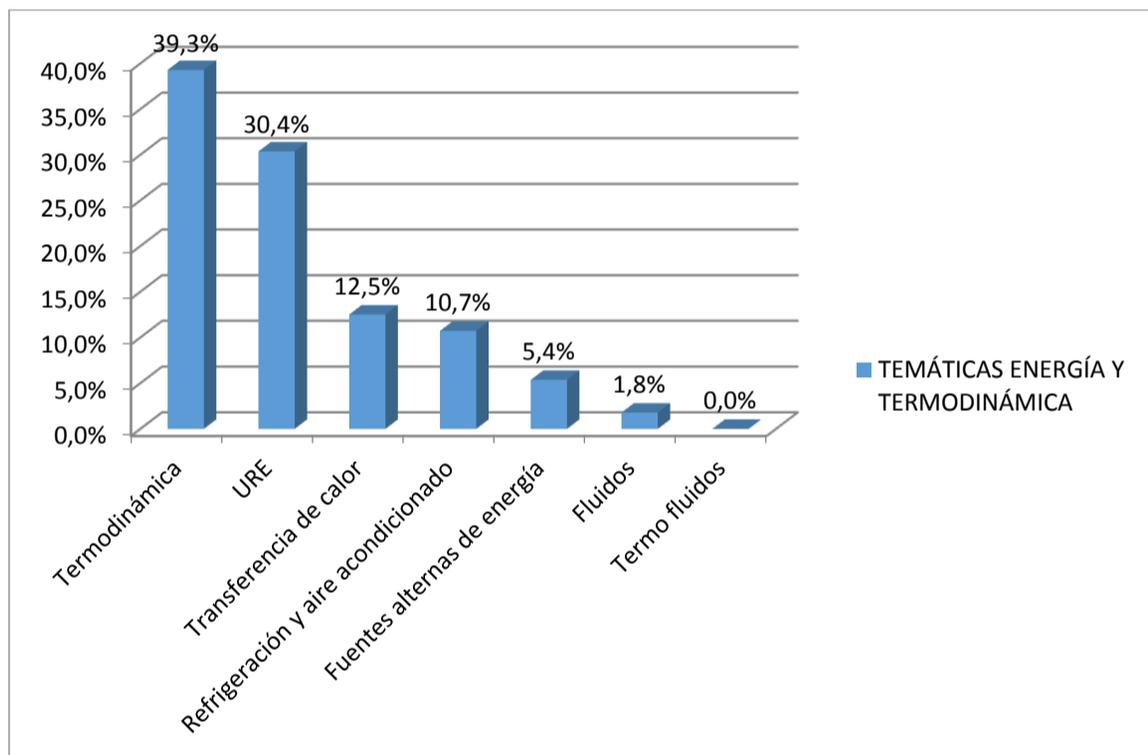


Ilustración 7. Temáticas energía y termodinámica U de A.

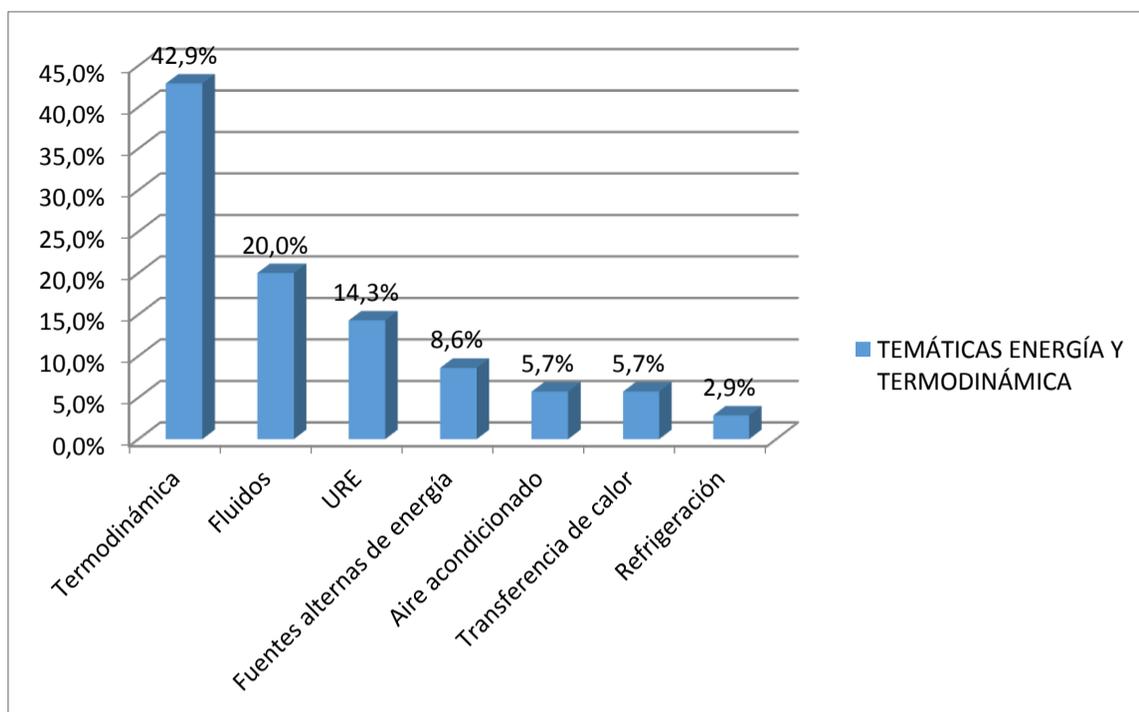


Ilustración 8. Temáticas energía y termodinámica Unal.

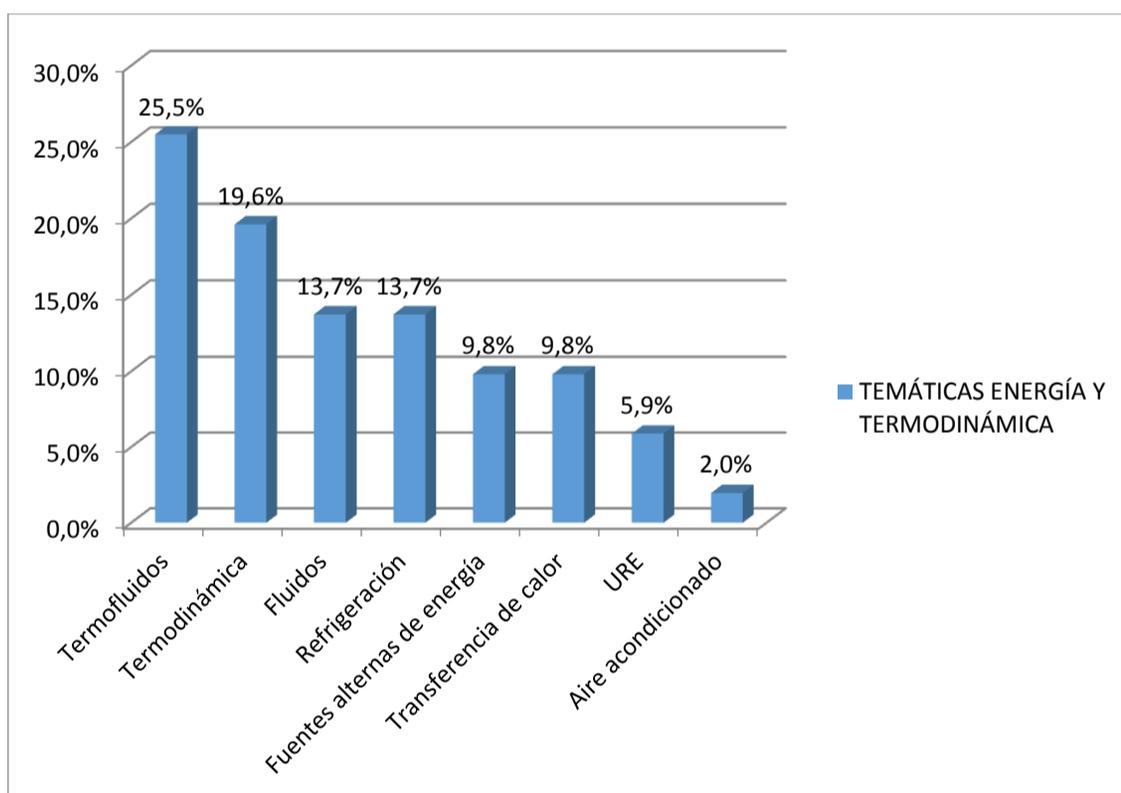


Ilustración 9. Temáticas energía y termodinámica UPB.

En el área de la energía y termodinámica, la termodinámica es la materia que muestra la mayor fortaleza entre las tres universidades, siendo la Unal la del porcentaje más representativo con un 42.9% seguido de la U de A con un 39.3% y finalmente la UPB con un 19.5%. No obstante, cabe aclarar que termofluidos se puede considerar como una rama de la termodinámica, que para el caso de la UPB las dos materias se trabajan

de manera independiente, pero para efectos del presente estudio se van a tomar como una sola materia dejando a la UPB con el porcentaje mayor en esta área con un 45.1%.

Fuentes alternas de energía es una disciplina que junto con URE, bajo el contexto actual en el que las energías limpias y más eficientes son las más promovidas a nivel mundial por la situación ambiental, como lo manifiestan los estudios presentados en el capítulo uno, deberían formar parte de las materias más desarrolladas. Sin embargo, como se evidencia en los gráficos, Fuentes Alternas de Energía ocupa porcentajes muy bajos en las tres universidades estudiadas. Es llamativo ver el alto porcentaje que tiene la U de A en el uso racional de la energía (URE) con un 30.4% convirtiéndola en su segunda materia más trabajada y contrasta con el bajo porcentaje de fuentes alternas. La Unal en cambio cuenta con un 14.3% en URE, siendo ésta su tercera materia más importante justo por encima de fuentes alternas. La UPB sin embargo muestra un 5.9% en URE, es la del segundo porcentaje más bajo entre todas sus disciplinas y el más bajo entre las tres, teniendo en cuenta que esta es la universidad con el mayor porcentaje en el área de energía y termodinámica, sin duda estos son dos puntos por mejorar.

De acuerdo a lo declarado por la ASME y el estudio prospectivo realizado en la UPB estas son dos de las principales materias a desarrollar en los próximos años evidenciando un punto muy importante a trabajar por las tres universidades.

Mecánica de fluidos en cambio es una materia trabajada por los estudiantes de las tres universidades. Para la Unal es la segunda materia con un 20% seguida de la UPB con 13.7% ubicada en el puesto tres y por último la U de A con un 1.8% y la menos trabajada por sus estudiantes.

3.5 Gestión

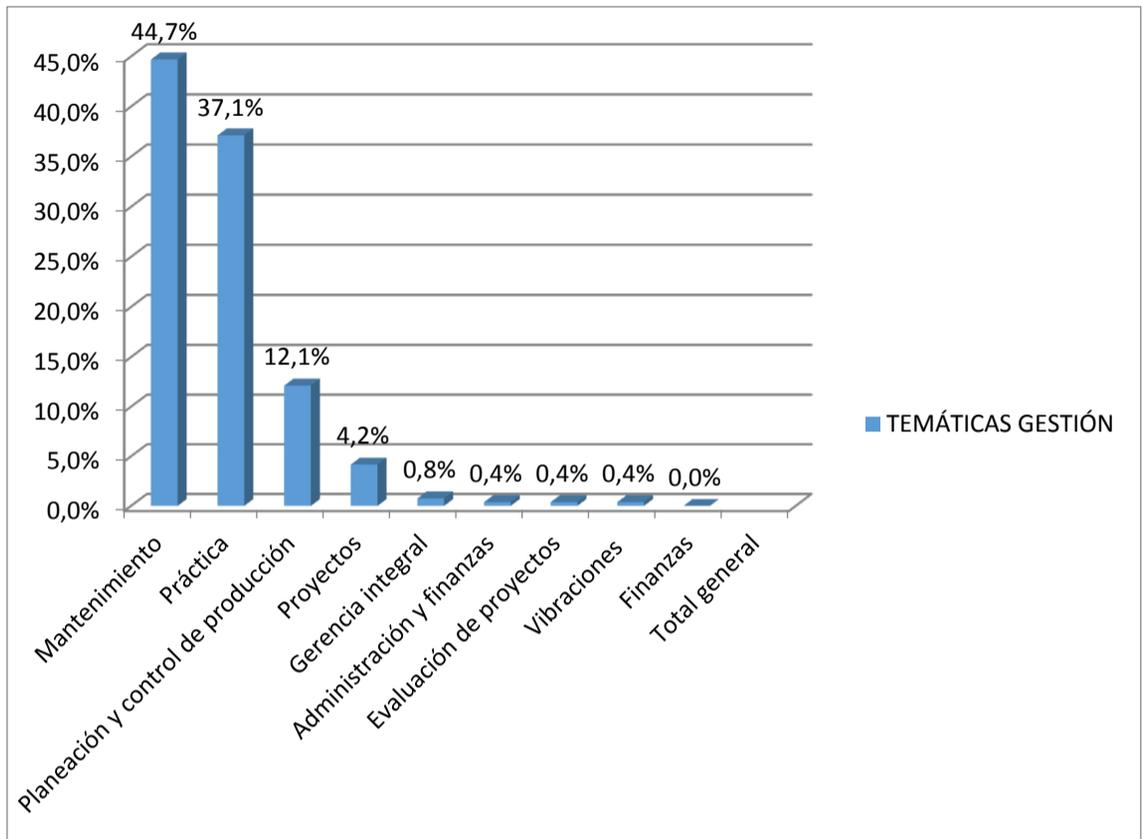


Ilustración 10. Temáticas gestión U de A.

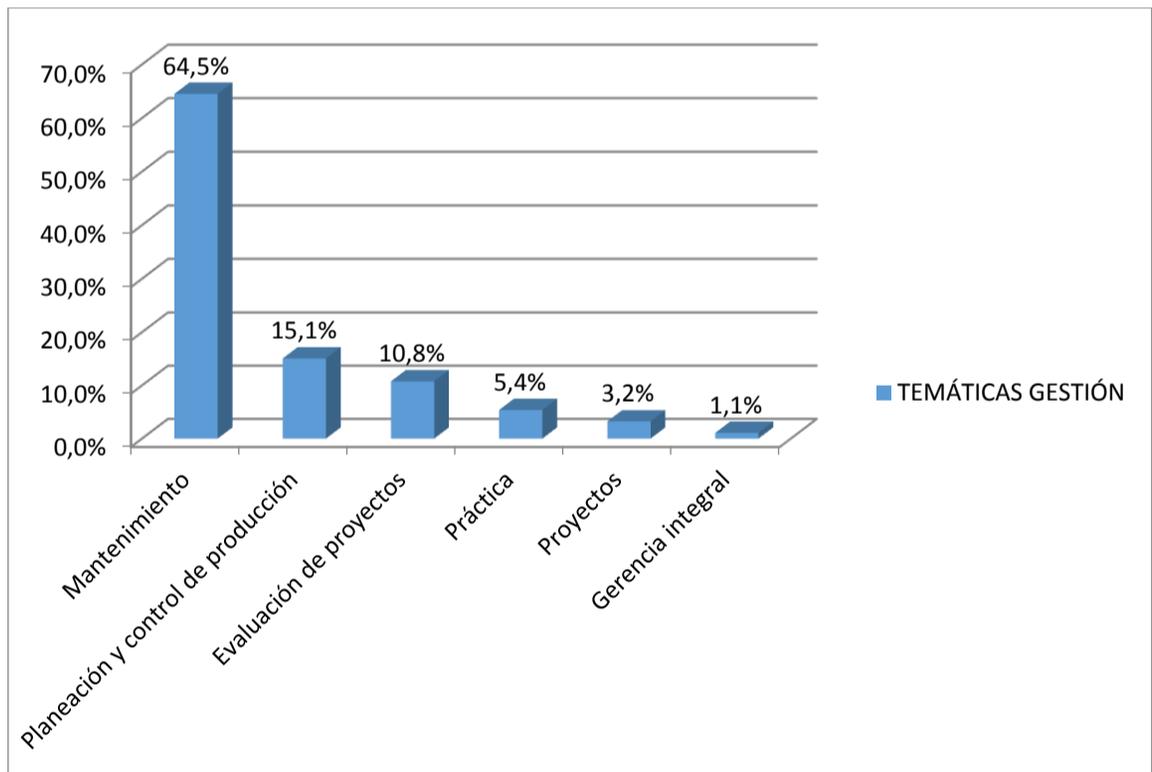


Ilustración 11. Temáticas Gestión Unal.

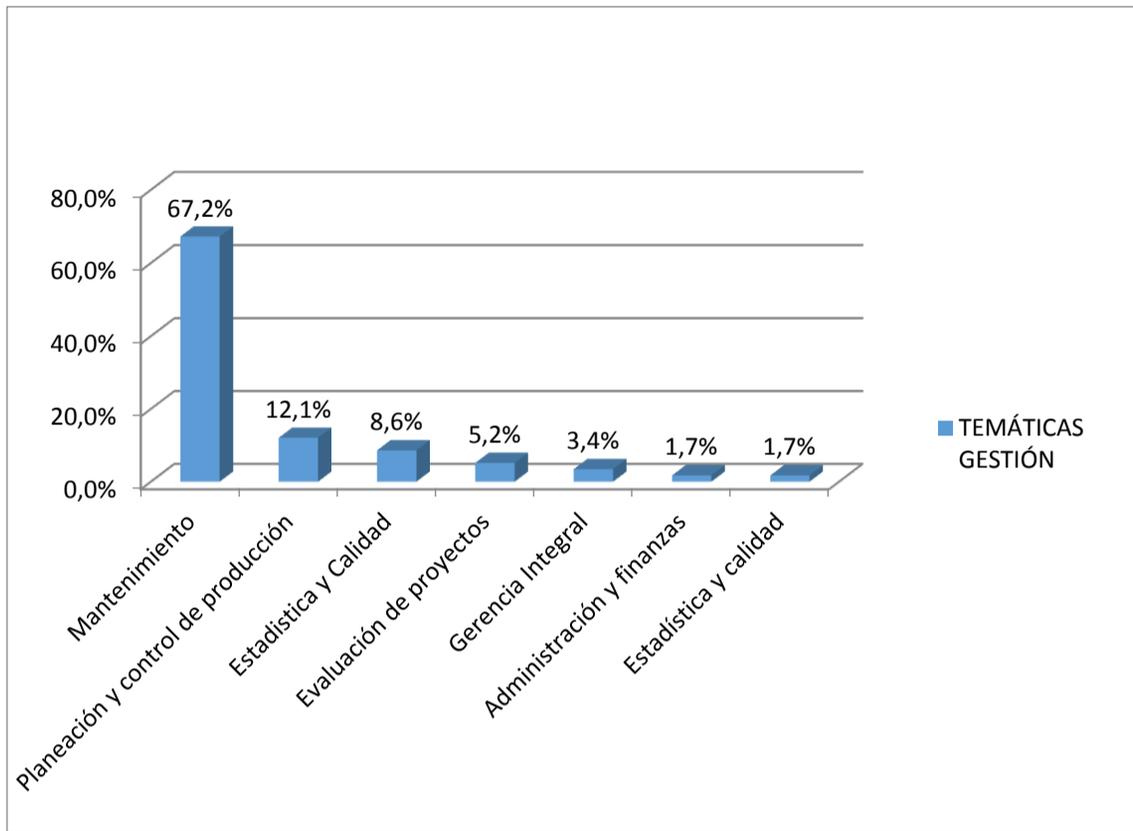


Ilustración 12. Temáticas gestión UPB.

En el área de gestión, indiscutiblemente es mantenimiento la materia preferida por los estudiantes en todas las universidades, siendo la UPB con un 67.2% la del mayor porcentaje, seguida de la Unal con 64.5% y finaliza la U de A con 44.7%.

Teniendo en cuenta que mantenimiento cubre áreas como análisis de fallas, análisis de vibraciones, TPM y RCM, montajes, commissioning, estadística, y en general todas las materias que se ven involucradas con la producción y el desarrollo de nuevos proyecto, es satisfactorio encontrar los mayores porcentajes en esta área, más aun teniendo en cuenta que el estudio de la UPB en sus conclusiones presenta la confiabilidad, el análisis de fallas, TPM y RCM como temáticas prioritarias en la proyección de la ingeniería mecánica.

3.6 Materiales y procesos

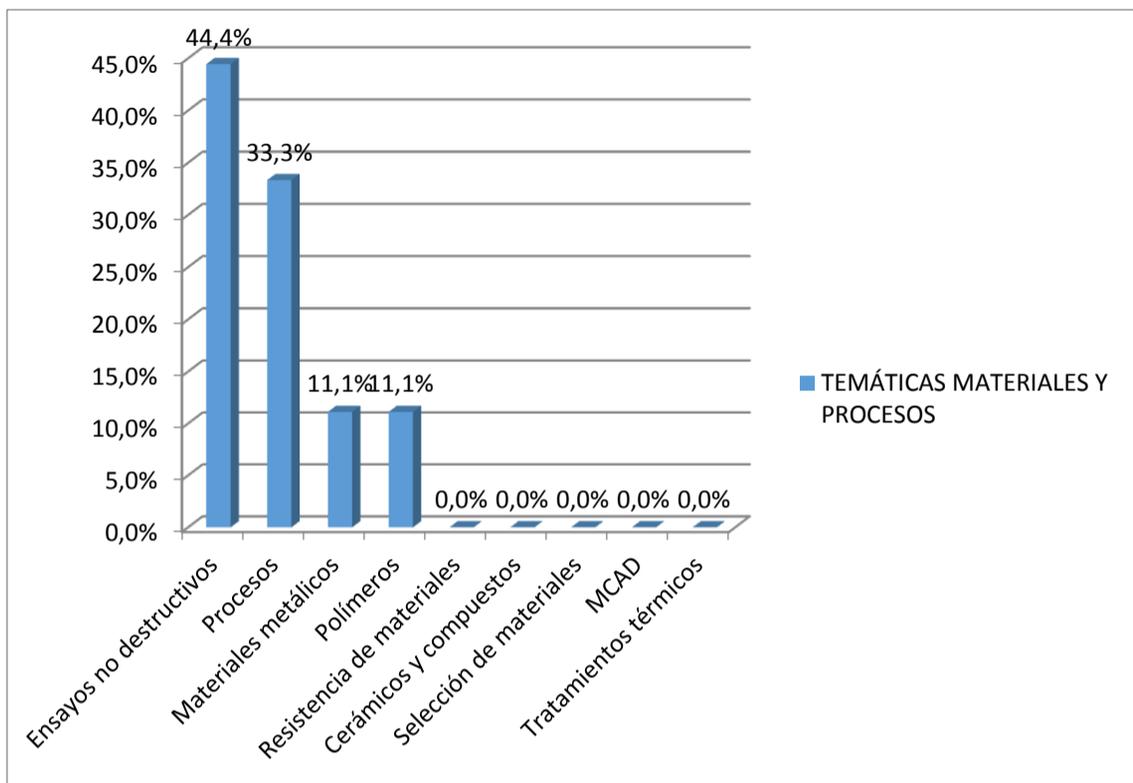


Ilustración 13. Temáticas materiales y procesos U de A.

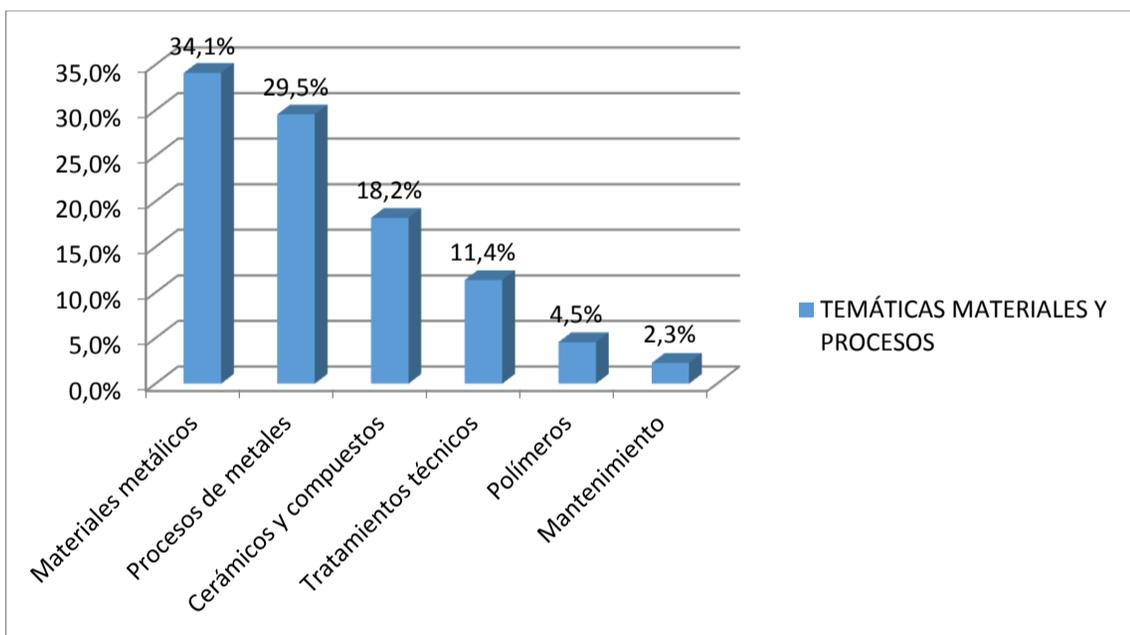


Ilustración 14. Temáticas materiales y procesos Unal.

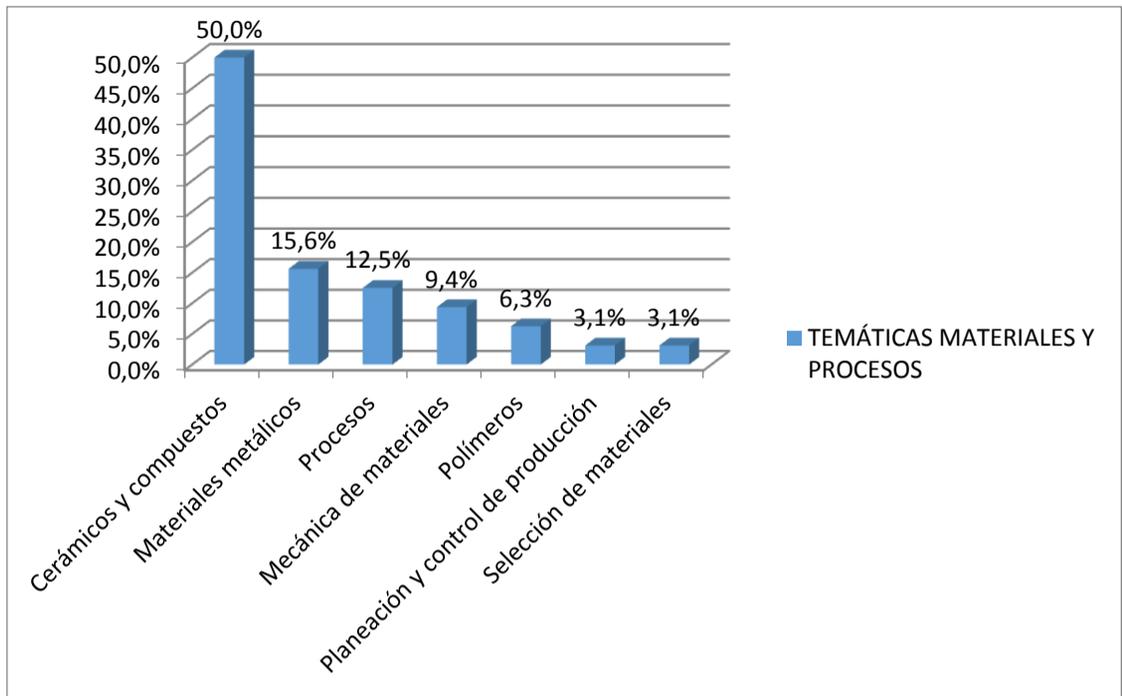


Ilustración 15. Temáticas materiales y procesos UPB.

El área de materiales y procesos muestra una tendencia muy clara en cada universidad. Se podría interpretar que cada una tiene una disciplina en esta área que la diferencia de las otras y da pie a pensar que este podría ser su enfoque específico. Cerámicos y compuestos con 50% muestra la mayor fortaleza en la UPB, mientras que para la U de A son los ensayos no destructivos con 44.4%, y la Unal hace lo propio con materiales metálicos con un 34.1%.

Por otro lado la U de A y la Unal tienen altos porcentajes en procesos de metales con un 33.3% y 28.5% respectivamente, mientras la UPB se queda con un 12.5%

De acuerdo a los estudios de la ASME y la UPB se debe enfatizar en desarrollar los nanomateriales y la reutilización de materiales de desecho.

Conclusiones

Vale aclarar que las conclusiones a continuación son el resultado de un punto de vista personal, es decir, que aunque los datos son los arrojados por las gráficas, el análisis que se deriva de ellos es subjetivo, y cualquier otra institución o individuo puede retomar los datos y dar un análisis o conclusiones diferentes. También es importante decir que este trabajo no pretendió hacer un análisis a profundidad de los programas académicos y sus énfasis, sino que es un análisis descriptivo de los trabajos de grado que se han presentado. Haciendo la anterior claridad, procederé a dar mis conclusiones.

Lo primero que se puede decir, es que a nivel general, tal como lo muestran los resultados en las gráficas de materiales y procesos, cada una de las universidades tiene una materia que se puede considerar es de su especialidad. Ante esto, considero que se hace necesario el trabajo conjunto entre universidades, donde se hagan aportes desde sus experiencias y fortalezas.

Por otra parte, el hecho de que algunas universidades tengan como requisito para obtener el título como profesional, hacer práctica y trabajo de grado, y otras solo una de las dos, muestra una marcada diferencia en el número de trabajos de grado presentados. Hay que tener en cuenta, que algunos son informes de práctica, y otros son investigaciones.

Igualmente, las cifras dejan ver que las universidades de la región se encuentran cerca de estar dentro del enfoque y direccionamiento que se espera de los Ingenieros Mecánicos en los próximos años, tanto en el marco local (Florez, 2012) como en el marco internacional (ASME, 2008).

No obstante, hay temáticas importantes en esta proyección que se deben desarrollar con mayor énfasis, tales como la nanotecnología, los diseños sostenibles que mejoren

la calidad de vida de las personas y no afecten el medio ambiente, los desarrollos en fuentes alternas de energía, temática que es prioridad número uno a nivel mundial, el desarrollo y aplicación de los sistemas tecnológicos de vanguardia y los sistemas de información que favorecerán a una evolución de la ingeniería en nuestra sociedad. Finalmente se debe continuar fortaleciendo la biotecnología y la bioingeniería como materias fundamentales para el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida en la comunidad.

Cabe también resaltar cómo los Ingenieros Mecánicos en la región y en el ámbito profesional, se ajustan a las funciones descritas por la Asociación Española de Ingenieros Mecánicos en el que hacer de la profesión. De todas las funciones (ver capítulo 1 numeral 1.2) es sin duda la Investigación Tecnológica y Desarrollo, la labor de menor presencia en el medio, dejando un margen amplio para desarrollarse.

Bibliografía

- ASME. (2008). *2028 Vision for Mechanical Engineering*. New York.
- Avilés, R., & Cuadrado, J. I. (2011). *Sobre los Estudios y la Profesión de la Ingeniería Mecánica*. España: Informe para la Asociación Española de Ingeniería Mecánica.
- Bunge, M. (2004). *La investigación científica*. Buenos Aires: Siglo XXI editores.
- Chalmers, A. (1990). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* México: Siglo XXI editores.
- Florez, D. A. (2012). *Estudio prospectivo al 2020 del programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín*. Medellín.
- Lindberg, D. C. (2002). *Los inicios de la ciencia occidental*. Barcelona: Paidós.
- Ramírez, A. (2011). *Metodología de la investigación científica*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Rusell, B. (1988). *El panorama de la ciencia*. Santiago de Chile: Ercilla S.A.
- Universidad de Antioquia. (2006 - 2012). Trabajos de grado en Ingeniería Mecánica. Medellín, Colombia.
- Universidad Nacional de Colombia. (2006 - 2012). Trabajos de grado en Ingeniería Mecánica. Medellín, Colombia.
- Universidad Pontificia Bolivariana. (2006 - 2012). Trabajos de grado en Ingeniería Mecánica. Medellín, Colombia