



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – PLANEACIÓN**

**DEFINICIÓN DE LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA:
EL CASO DEL CAMPO DISCIPLINARIO DE LA ELECTRÓNICA**

T E S I S

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA**

PRESENTA:

VIDAL GARCÍA URIEL SANTIAGO

TUTOR PRINCIPAL

**DR. GABRIEL DE LAS NIEVES SÁNCHEZ GUERRERO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. SEPTIEMBRE DE 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco...

a mis padres, Irais y Santiago, que han sido el ejemplo a seguir en mi vida, gracias al cariño, educación, valores y apoyo recibido es que me encuentro en donde estoy.

a mis hermanos y cuñadita, Josué, Azael y Adriana, por apoyo que siempre me han brindado, por las pláticas y discusiones interminables, por sus puntos de vista y por hacer de mí una mejor persona.

a Luz, por tu paciencia, por tu cariño, por tus consejos, porque eres mi apoyo, porque tu nombre expresa lo que eres y porque finalmente *“andábamos sin buscarnos pero sabiendo que andábamos para encontrarnos”*.

al Dr. Gabriel Sánchez Guerrero, por convertirse ser más que un asesor, ser un gran amigo, un mentor; por las grandes y pequeñas pláticas, por la confianza y el tiempo dedicado.

al Dr. Benito Sánchez Lara, porque siempre tenía una respuesta a mis múltiples preguntas, por sus observaciones, consejos y aportaciones no sólo a este trabajo, sino a la vida misma.

a mis amigos y compañeros del laboratorio, Javier, Heriberto, Víctor, Daniel, Abraham, José Luis, me llevo de ustedes grandes pláticas y mejores momentos.

a mis amigos y compañeros de la maestría, Yamilet, Joselin, John, América, Claudia, Tania, Casandra, Juan, Cécica, que hicieron del tránsito de la maestría muy ameno. Un agradecimiento muy especial a Dafne y Stephanie por la presión ejercida, por las revisiones, por sus argumentos, por las ideas, por las pláticas, por la amistad.

a mis amigos de toda la vida, Raúl, Manuel, Alfonso, gracias por todo.

a mis profesores y sinodales por sus enseñanzas y su tiempo.

a mi amada Universidad Nacional Autónoma de México porque amo estar aquí y sobretodo porque me ha dado los mejores momentos de mi vida.

a CONACyT por la beca y la oportunidad de seguir formándome.

Infinitas gracias a todos, que por ustedes soy una mejor persona.

PREFACIO

El problema que se pretende abordar en este trabajo es que a pesar de que en la Facultad de Ingeniería existe una gran variedad de trabajo de investigación, se desconoce el nivel de desarrollo de la misma y su calidad, de modo que no se tiene claridad en la dirección de la misma.

En este sentido es importante determinar hacia dónde se dirigirán los esfuerzos de investigación de modo que estos puedan dar los mejores beneficios económicos y sociales, a esto se le conoce como previsión en la ciencia y tecnología, y parte del punto de que el futuro depende de qué se hará con el conocimiento en el presente.

En tales circunstancias, el objetivo del presente trabajo es determinar qué programas y líneas de investigación puede y le conviene seguir a la Facultad de Ingeniería, en el área de la electrónica, durante los próximos 25 años, además de determinar el grado de consolidación y calidad de las investigaciones que se hacen en el área.

Los resultados de esta investigación son programas de investigación ordenados según la prioridad de la implementación y seguimiento, estos programas de investigación contienen algunas líneas que ya son exploradas en la actualidad, sin embargo, muchas de ellas son tratadas de manera teórica y tienen un alto potencial de generar investigación en el área de la electrónica. Adicionalmente se descubrió que, aunque, el campo de la electrónica no es programa de investigación en sí dentro de la Facultad de Ingeniería, está presente dentro de un amplio espectro de programas de investigación y puede ser considerado como un vehículo entre la investigación teórica y aplicada. Aunque, la electrónica se encuentra presente en varias áreas de la Facultad de Ingeniería, se restringió el sistema a la División de Ingeniería Eléctrica. Adicionalmente, es importante mencionar, que los productos de investigación estudiados son los reportados en los sistemas de indexación más importantes y no se tomaron en cuenta tesis dirigidas.

La tesis está integrada por tres capítulos. En el primer capítulo se presenta un panorama de la investigación en México, su lugar en el mundo y de la investigación en ingeniería. En este capítulo se presenta la problemática que se quiere tratar, se define el objetivo de la tesis y el alcance de la misma.

En el segundo capítulo se detalla el sistema de investigación de la Facultad de Ingeniería y la forma en que se evalúa; se hace una descripción del estado actual en que se encuentra este sistema, enfocándose a la División de Ingeniería Eléctrica. Posteriormente, se generan los escenarios histórico y tendencial (si es que todo sigue de la misma forma) y se formulan los fines buscados.

Finalmente, en el tercer capítulo se identifican las alternativas de investigación, a través de la técnica TOWS y con los datos obtenidos; se evalúan las alternativas de investigación con la matriz de importancia-urgencia; finalmente se presentan los programas y las líneas de investigación convenientes.

Uriel Santiago Vidal García

ABSTRACT

At the Faculty of Engineering in the National Autonomous University of Mexico (UNAM) there are many programs of research and the variety of this work is huge, but the Faculty does not know neither the level of development nor the direction of the research.

This thesis tries to set up a research targets in a way that they have the better opportunities of development according to the Faculty of Engineering's resources (infrastructure and human) and the government's planes. So the objective of this work is to find the research programs and lines of investigation that Faculty of Engineering can follow for the next 25 years in the area of electronics.

The results of this work are research programs in priority of implementation; some of these programs are already followed by the Faculty of Engineering, but in a level of basic science, and have a huge potential to be applied in the area of electronics.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. PROBLEMÁTICA.....	1
ANTECEDENTES.....	1
MALESTARES EN LA ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE ELECTRÓNICA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA	11
PROBLEMA A INVESTIGAR	17
OBJETIVO	17
JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE.....	17
CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO	20
SISTEMA DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA	20
EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN	28
ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN EN ELECTRÓNICA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA	32
ESCENARIO HISTÓRICO	39
ESCENARIO TENDENCIAL	50
IDENTIFICACIÓN DE OBJETIVOS	52
CAPÍTULO 3. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE INVESTIGACIÓN DE ACUERDO CON LOS FINES... 55	
GENERACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE INVESTIGACIÓN	55
EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE INVESTIGACIÓN	57
LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN CONVENIENTES	59
CONCLUSIONES.....	64
ANEXO A. SISTEMAS	67
CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS	67
MÉTODO DE LA DESAGREGACIÓN FUNCIONAL	67
ANEXO B. EL PROCESO DE PLANEACIÓN PARA LA PREVISIÓN TECNOLÓGICA.....	70
LA PLANEACIÓN NORMATIVA	70
PENSAMIENTO ESTRATÉGICO EN EL PROCESO DE PLANEACIÓN	71
ANEXO C. TEORÍA DEL CONOCIMIENTO	73
EL CRITERIO DE DEMARCACIÓN DE LA CIENCIA	73
EL PARADIGMA	73
LOS PROGRAMAS CIENTÍFICOS DE INVESTIGACIÓN	74
LA SOCIOLOGÍA DEL CONOCIMIENTO	75
EL MÉTODO CIENTÍFICO	75
ANEXO D. MARCO NORMATIVO	77
ESTATUTO DEL PERSONAL ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	77
ACTA DE INSTALACIÓN DEL CONSEJO DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.....	81

ANEXO E. PROGRAMAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN VIGENTES EN LA DIE DE LA FI.....	83
ANEXO F. ENCUESTA A TUTORES DEL POSGRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.....	86
OBJETIVOS.....	86
ENTREVISTADOS.....	86
CARTA A EXPERTOS.....	86
CUESTIONARIO	87
ANEXO G. SOLICITUD DE INFORMACIÓN.....	88
REFERENCIAS	90

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1-DISTRIBUCIÓN DEL GASTO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	3
GRÁFICA 2-EVOLUCIÓN DEL GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA (GIDE) ⁴	4
GRÁFICA 3-MIEMBROS DEL SNI ⁴	5
GRÁFICA 4-INVESTIGADORES SNI POR ÁREA Y CATEGORÍA ⁴	5
GRÁFICA 5-PRODUCCIÓN CIENTÍFICA E IMPACTO.....	6
GRÁFICA 6-PRODUCCIÓN POR ÁREA DE CONOCIMIENTO ⁸	7
GRÁFICA 7-PRODUCCIÓN EN CIENTÍFICA DENTRO DEL ÁREA DE INGENIERÍA EN MÉXICO ⁸	7
GRÁFICA 8-IMPACTO DE LAS PUBLICACIONES DE MÉXICO EN INGENIERÍA ⁸	8
GRÁFICA 9-DISTRIBUCIÓN DE INVESTIGADORES SNI EN LA UNAM Y GENERACIÓN DE PROYECTOS POR ÁREA DE CONOCIMIENTO.....	10
GRÁFICA 10-HISTOGRAMA DE EDADES.....	33
GRÁFICA 11-ACADÉMICOS DE LA DIE CON PRIDE.....	34
GRÁFICA 12-ACADÉMICOS DE LA DIE CON SNI.....	34
GRÁFICA 13-CÁLCULO DE ÍNDICE H PARA LA DIE.....	37
GRÁFICA 14-HISTOGRAMA DE LOS ÍNDICES DE IMPACTO DE LAS PUBLICACIONES DE LA DIE.....	38
GRÁFICA 15-CANTIDAD DE ACADÉMICOS VS ACADÉMICOS DE CARRERA.....	39
GRÁFICA 16-PROMEDIO HISTÓRICO DE EDAD DE ACADÉMICOS.....	40
GRÁFICA 17-HISTÓRICO DE ACADÉMICOS DE LA DIE CON PRIDE.....	40
GRÁFICA 18-HISTÓRICO DE ACADÉMICOS PERTENECIENTES A LA DIE DENTRO DEL SNI.....	41
GRÁFICA 19-HISTÓRICO DE LA PARTICIPACIÓN DE ACADÉMICOS DE LA DIE EN PROYECTOS PAPIIT.....	42
GRÁFICA 20-PARTICIPACIÓN DE ACADÉMICOS DIE EN PROYECTOS PAPIIT.....	42
GRÁFICA 21-HISTÓRICO DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN Y CITAS RECIBIDAS.....	45
GRÁFICA 22-INDICADOR DE IMPACTO DE LAS PUBLICACIONES HISTÓRICAS.....	45
GRÁFICA 23-LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN VS CANTIDAD DE CITAS.....	48
GRÁFICA 24-MATRIZ URGENCIA - IMPORTANCIA PARA LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN DE LA FI.....	58
GRÁFICA 25-PRODUCCIÓN HISTÓRICA DEL PROGRAMA DE ANTENAS EN ARREGLOS DE FASE.....	60
GRÁFICA 26-PRODUCCIÓN HISTÓRICA DEL PROGRAMA DE CONTROL DE SISTEMAS DINÁMICOS.....	61
GRÁFICA 27-PRODUCCIÓN HISTÓRICA DE LOS PROGRAMAS DE REDES INALÁMBRICAS Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES.....	62
GRÁFICA 28-PRODUCCIÓN HISTÓRICA DEL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES.....	63

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1-RESUMEN DE LOS PLANES DE DESARROLLO DE LA FI PARA LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	19
ILUSTRACIÓN 2-PROCESO DE TRASFORMACIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	21
ILUSTRACIÓN 3-PROFESORES Y ACADÉMICOS.....	22
ILUSTRACIÓN 4-ORGANIGRAMA DE LA SECRETARÍA DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN.....	24
ILUSTRACIÓN 5-PROGRAMAS DE POSGRADO/ENTIDADES PARTICIPANTES.....	27
ILUSTRACIÓN 6-MATRIZ TOWS DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN DE LA FI.....	56
ILUSTRACIÓN 7-CONCEPCIÓN DE CAJA NEGRA.....	68
ILUSTRACIÓN 8-CONCEPCIÓN FUNCIONAL ²⁵	68

ILUSTRACIÓN 9-PLANEACIÓN NORMATIVA.....	71
ILUSTRACIÓN 10-CICLO DE UN PARADIGMA	74
ILUSTRACIÓN 11-PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN	75

LISTA DE TABLAS

TABLA 1-ACADÉMICOS FI POR DIVISIÓN	32
TABLA 2-NOMBRAMIENTO DE ACADÉMICOS DE LA DIE	32
TABLA 3-ACADÉMICOS PRIDE Y SNI	34
TABLA 4-TIPO DE PARTICIPACIÓN DE ACADÉMICOS DE LA DIE EN PROYECTOS PAPIIT	35
TABLA 5-PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA DIE	35
TABLA 6-TEMAS PRINCIPALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN EN 2014.....	36
TABLA 7-PROYECTOS PAPIIT CON LA MAYOR PARTICIPACIÓN DE ACADÉMICOS DIE Y CLASIFICADOS POR SU PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN.....	43
TABLA 8-PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN HISTÓRICA DE LA DIE	44
TABLA 9-OPORTUNIDADES ESTRATÉGICAS DEL PROGRAMA DE CIENCIA, T FORTALECIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO ECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	53
TABLA 10-OBJETIVOS DE LOS ÁMBITOS DE GOBERNANZA	54
TABLA 11-ANÁLISIS INTERNO DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN DE LA FI (FORTALEZAS)	55
TABLA 12-ANÁLISIS INTERNO DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN DE LA FI (DEBILIDADES)	55
TABLA 13-ANÁLISIS EXTERNO DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN DE LA FI (OPORTUNIDADES)	55
TABLA 14-ANÁLISIS EXTERNO DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN DE LA FI (AMENAZAS)	56
TABLA 15-PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DE INVESTIGACIÓN PARA LA FI EN EL CAMPO DE LA ELECTRÓNICA.....	56
TABLA 16-EVALUACIÓN DE LA IMPORTANCIA	57
TABLA 17-EVALUACIÓN DE LA URGENCIA	57
TABLA 18-PROGRAMAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN VIGENTES DE LA DIE.....	85

CAPÍTULO 1. PROBLEMÁTICA

Antecedentes

LAS CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

La ingeniería ha estado presente desde los orígenes del hombre, prueba de ello son las grandes obras de la humanidad: como pirámides, ciudades, acueductos, etc., que aún en nuestro tiempo existen. México no fue la excepción y prueba de esto son las estructuras del México precolombino que demuestran el pasado brillante de los indígenas mesoamericanos. Hasta antes del siglo XVIII, la ingeniería era considerada como un arte, principalmente relacionado con la arquitectura, y es hasta que comienza a fundamentar en las ciencias naturales que se desarrolla como tecnología (Facultad de Ingeniería, 2011b; Salazar, Aguila, & Llamas, 2004).

Para poder tener una noción de lo que es la ingeniería se revisan varias de sus definiciones:

“La ingeniería es una profesión que se encarga de intermediar entre la ciencia y la tecnología, aplica los principios científicos en el desarrollo de nuevos procesos para beneficio de la humanidad” (Grech, 2001)

Para el Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET): *“La ingeniería es la profesión en la cual se aplica juiciosamente el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales, obtenido mediante el estudio, la experiencia y la práctica, con el fin de determinar la manera de utilizar económicamente los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad”* (Salazar et al., 2004).

Mientras que para Emilio Rosenblueth: *“La ingeniería es una profesión, no un arte, no una ciencia ni una técnica... En un arte el propósito sobresaliente es la expresión; en una ciencia el acercamiento a la verdad; en una técnica el servicio al cliente y en una profesión el servicio a la sociedad. Los conocimientos que requiere de un técnico se hallan en manuales; lo que le interesa de cualquier problema de su incumbencia está resuelto. En cambio para el profesional cada problema es nuevo”* (Núñez Reséndiz, 2010).

También se la define con base en sus dos funciones principales (Núñez Reséndiz, 2010):

- Diagnóstico: Analizar y entender ciertos problemas que alguien plantea. Se diagnostica problemas con respecto que tienen relación con necesidades o insatisfacciones materiales de la sociedad y sus integrantes individuales.
- Diseño: Concebir las soluciones para los mismos. Se diseñan soluciones de cómo resolverlos mejor.

Las definiciones anteriores tienen características compartidas como la existencia de una necesidad o problema y el uso de la ciencia en el proceso de definición y solución.

La ciencia y la ingeniería

La ciencia y la ingeniería deben ser consideradas como procesos, no como productos. Por un lado la ingeniería no son las creaciones, como edificios o máquinas, que el hombre ha ideado a lo largo de su

historia, sino todos esos procesos que detectaron la necesidad, idearon soluciones y las llevaron a cabo (Núñez Reséndiz, 2010).

Por otro lado, la ciencia no es la acumulación de todos los conocimientos previos que ha realizado el hombre, sino la búsqueda constante de la explicación de los fenómenos de la naturaleza por parte de los científicos. Esta búsqueda está basada en el denominado método científico¹, que a pesar de que tener varios esquemas², cada científico lo adapta a sus necesidades y al campo de la ciencia estudiado (Pérez Tamayo, 2008).

Esta búsqueda de conocimiento está determinada por el ambiente sociocultural en donde se crea el conocimiento, la llamada sociología del conocimiento³, (Kuhn, 1971; Pérez Tamayo, 2008) por lo que una parte fundamental de la búsqueda de conocimiento es la aceptación del conocimiento generado por un grupo de científicos dentro de un momento histórico.

Debido a la sociología del conocimiento se necesitan de ciencias que sean motivadas por las necesidades de la ingeniería y creen conocimiento útil para el trabajo de la ingeniería. Éstas denominadas ciencias de la ingeniería son similares al resto de la actividad científica, sólo que el conocimiento generado debe contribuir a mejorar la ejecución de las funciones de la ingeniería.

Línea de investigación

Es conveniente definir lo que se tomará como línea de investigación y lo cual es parte de los resultados del plan de desarrollo institucional de la Facultad de Ingeniería de 2007-2011 (Facultad de Ingeniería, 2011a):

“Una línea de investigación es un eje temático monodisciplinario o interdisciplinario en el que confluyen actividades de investigación y desarrollo tecnológico, realizadas por uno o más grupos de trabajo que tengan resultados visibles en su producción académica, científica, tecnológica y en la formación de recursos humanos”.

ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN EN MÉXICO

Para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, 2014) el gasto en actividades de investigación y desarrollo de los países es un indicador clave para medir sus esfuerzos de innovación, sin embargo, este tipo de indicador no es suficiente para determinar el estado de esta actividad en

¹ El método científico es la suma de los principios teóricos, las reglas de conducta y las operaciones mentales y manuales que se han usado para generar nuevo conocimiento.

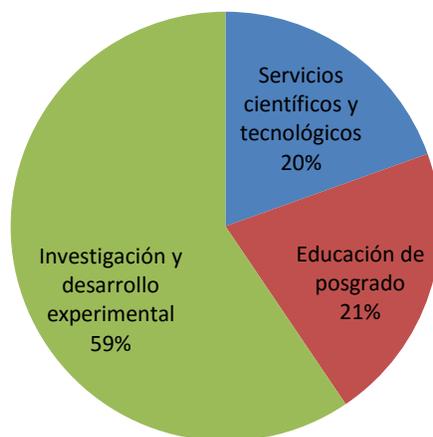
² El Dr. Pérez Tamayo (Pérez Tamayo, 2008) hace una categorización de los esquemas del método científico a través de la historia esta se divide en (1) método inductivo-deductivo, (2) método a priori-deductivo, (3) método hipotético deductivo y (4) la inexistencia de un método.

³ En la llamada *sociología del conocimiento* el conocimiento será distinto no sólo en la forma en que se expresa, sino en su contenido mismo. El conocimiento aceptado depende de las características de la sociedad en donde se genera y si esas características cambian el conocimiento será diferente.

México, se necesita además conocer el capital humano con el que cuenta y los resultados e impacto de la actividad investigación (CONACyT, 2012).

Gasto en Ciencia y Tecnología

En México el Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología (GNCyT) en el año 2012 fue de \$112,245 millones de pesos, lo que representa el 0.72% del Producto Interno Bruto (PIB) de ese año. La distribución del GNCyT se realiza específicamente en tres áreas: Investigación y desarrollo experimental, servicios científicos y tecnológicos y educación de posgrado (Gráfica 1).



Gráfica 1-Distribución del Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología⁴

El principal agente financiero del GNCyT en 2012 fue el sector público que aportó el 55.1%, mientras que el sector privado aportó el 41.6% y las Instituciones de Educación Superior (IES) aportaron el 3.3%.

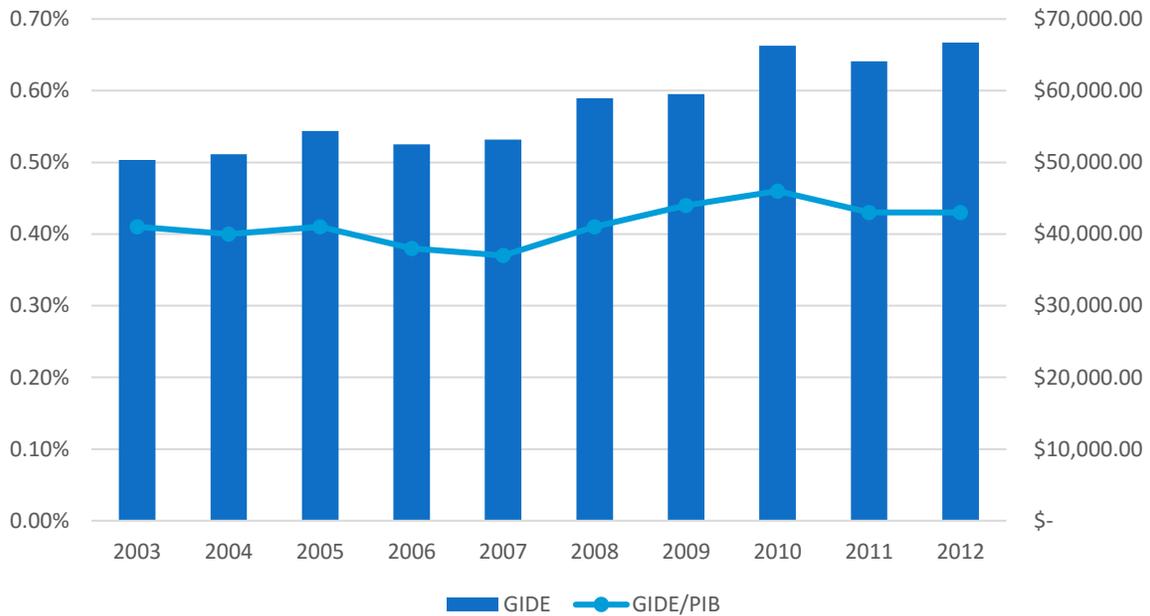
Enfocándose sólo en el gasto en la actividad de investigación y desarrollo experimental (GIDE), es decir el presupuesto dedicado a la actividad de generación de conocimiento básico y aplicado, en 2012 fue de \$66,719.7 millones de pesos que corresponde al 0.46% del PIB. El financiamiento del GIDE está constituido por la aportación de tres distintas fuentes de financiamiento, la del sector público representa el 60%, la del sector productivo el 36.4% y el restante 3.6% corresponde a contribuciones de los Sectores Educación Superior, Instituciones Privadas no Lucrativas y del Exterior (CONACyT, 2012).

Al hacer una comparativa de estos dos indicadores a través del tiempo (Gráfica 2), por un lado se percibe un aumento sostenido en el GIDE, lo que haría pensar que cada vez se invierte más en investigación y desarrollo; sin embargo, al comparar el GIDE con respecto al PIB se observan variaciones mínimas, lo que lo hace prácticamente una constante a través del tiempo.

La distribución del GIDE de acuerdo al campo de la ciencia en 2012 fue de un 89.23% para actividades relacionadas con las ciencias naturales e ingeniería y un 10.77% para actividades relacionadas con las ciencias sociales y humanidades. La distribución con respecto al tipo de actividad en 2012 fue de 28.82%

⁴ Elaboración propia a partir de (CONACyT, 2012)

para investigación básica, de 27.30% para investigación aplicada y de 43.88% para desarrollo experimental.



Gráfica 2-Evolución del Gasto en Ciencia y Tecnología (GIDE)⁴

Capital humano dedicado a labores de investigación

Para determinar el número de investigadores en México se recurre al programa del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) el cual está integrado por tres categorías:

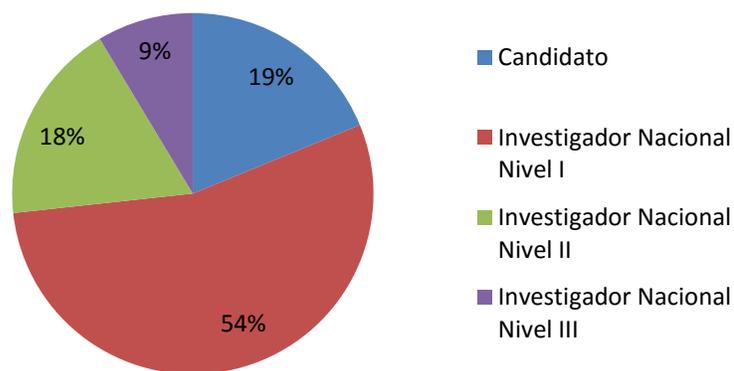
- I) Candidato a Investigador Nacional: cuenta con un solo nivel para estimular a quienes se inician en la carrera de investigación.
- II) Investigador Nacional: está destinada a estimular a los investigadores activos y está dividida en tres niveles.
- III) Investigador Nacional Emérito⁵: Reconocimiento vitalicio que se hace a científicos con más de 65 años de edad y que han sido nombrados investigadores nacionales Nivel III en varias ocasiones.

La cantidad total de investigadores en 2013 fue de 19,714, los cuales se encuentran distribuidos de acuerdo a su categoría como lo muestra la Gráfica 3. En esta gráfica se observa que más del 50% pertenece a la categoría de Investigador Nacional Nivel I y sólo el 8.6% se encuentra dentro de la categoría de Investigador Nacional Nivel III.

⁵ No se contabilizan debido a que representan menos del 1% del total y ya que no son evaluados es difícil determinar si aún se encuentran realizando investigación de manera activa.

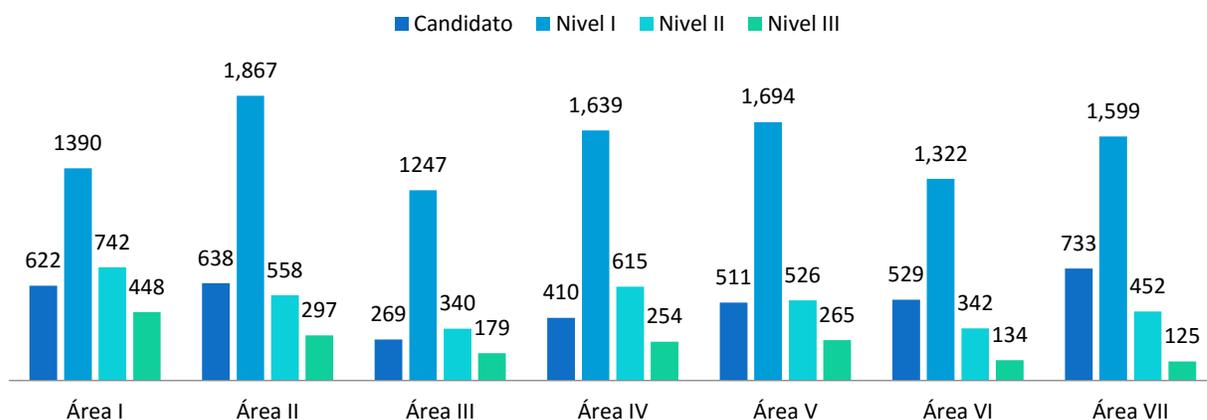
En el SNI existen 8 áreas del conocimiento:

- I. Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra;
- II. Biología y Química;
- III. Medicina y Ciencias de la Salud;
- IV. Humanidades y Ciencias de la Conducta;
- V. Ciencias Sociales;
- VI. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias;
- VII. Ingenierías.



Gráfica 3-Miembros del SNI⁴

De acuerdo a estas áreas de conocimiento y a su categoría, los investigadores del SNI se encuentran distribuidos como lo muestra la Gráfica 4. Se destaca que los datos que corresponden al área VII de ingeniería representa el 14.73% del total de investigadores del país. Dentro de esta área más del 50% de los investigadores se encuentra dentro del Nivel I y a pesar de tener el nivel más alto de Candidatos a Investigadores Nacionales de todas las áreas, tiene también el nivel más bajo de investigadores Nivel III.

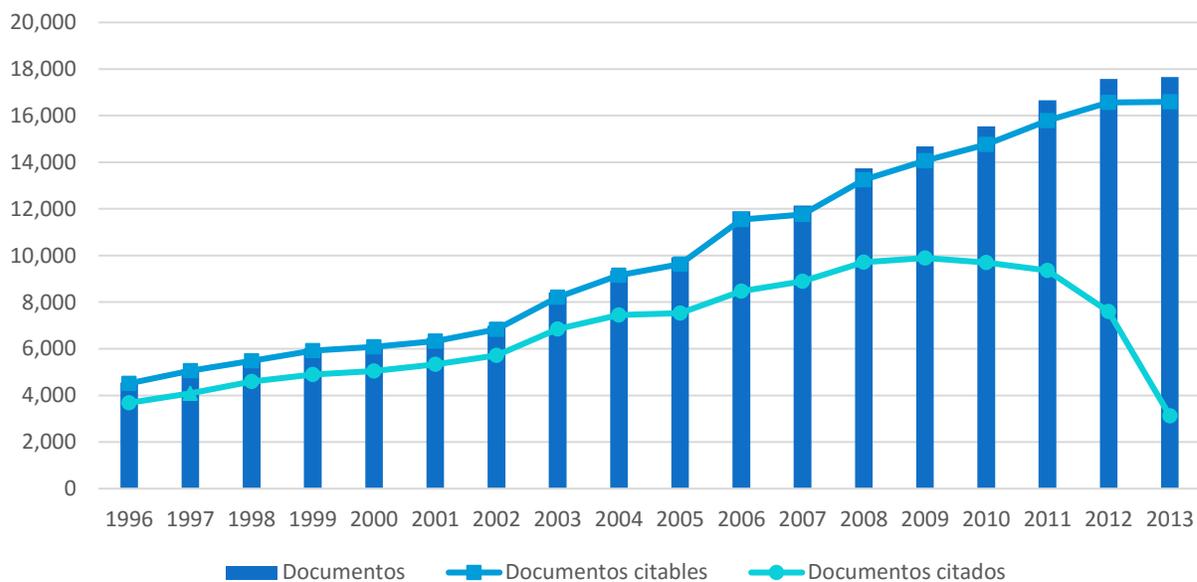


Gráfica 4-Investigadores SNI por área y categoría⁴

Producción científica y su impacto

En el año 2013 la producción de documentos científicos fue de 17,662, de los cuales el 94% se consideran documentos citables⁶. La cantidad de citas obtenidas en este año fue de 6,637, de las cuales el 26.5% fueron autocitas y el número de artículos citados fue de 3,126, con estos datos el índice h⁷ de México es de 261.

Al hacer una evaluación histórica de la producción, Gráfica 5, se puede observar que el número de documentos científicos se ha ido incrementando de manera sostenida, pero la cantidad de citas de los documentos producidos en México ha tenido una caída significativa desde el año 2010.



Gráfica 5-Producción científica e impacto⁸

Más de la mitad de la producción científica mexicana es generada por cinco disciplinas temáticas, (Gráfica 6):

- Medicina
- Agricultura y ciencias biológicas
- Física y astronomía
- Ingeniería

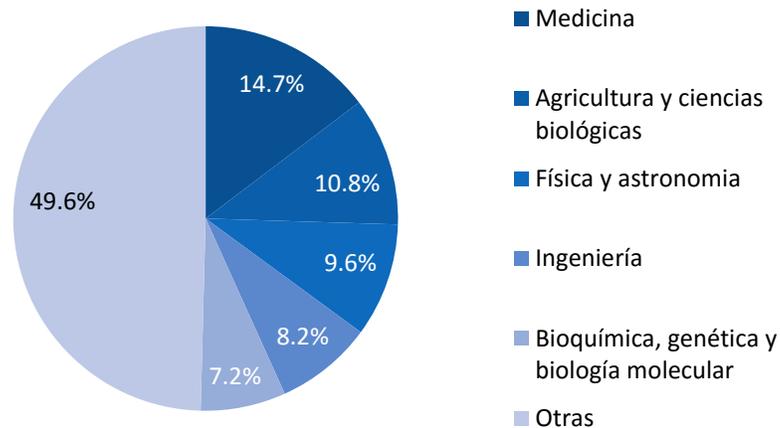
⁶ Los documentos citables incluyen artículos, revisiones e informes de ponencias (SJR-SCImago Journal & Country Rank, 2014).

⁷ El índice h, Jorge Hirsch de la Universidad de California, expresa el número de artículos en revistas (h) que han recibido al menos “h” cantidad de citas. Cuantifica tanto la productividad científica en revistas como su impacto y se aplica tanto a científicos, países, etc.

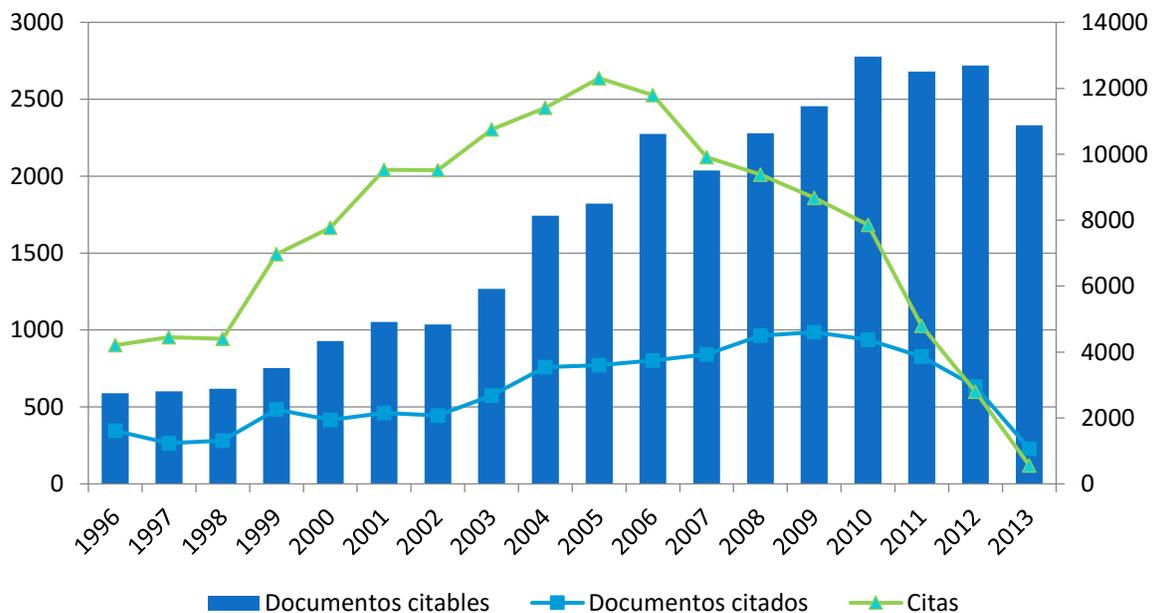
⁸ Elaboración propia a partir de datos de (SJR-SCImago Journal & Country Rank, 2014)

- Bioquímica, genética y biología molecular

Para el caso de la ingeniería representa el 8% de la producción nacional y al igual que como sucede con la producción nacional, en un análisis histórico la cantidad de documentos citados cae drásticamente desde el año 2010 y las citas desde el año 2006.



Gráfica 6-Producción por área de conocimiento⁸



Gráfica 7-Producción en científica dentro del área de ingeniería en México⁸

La investigación en ingeniería en México y su lugar en el mundo.

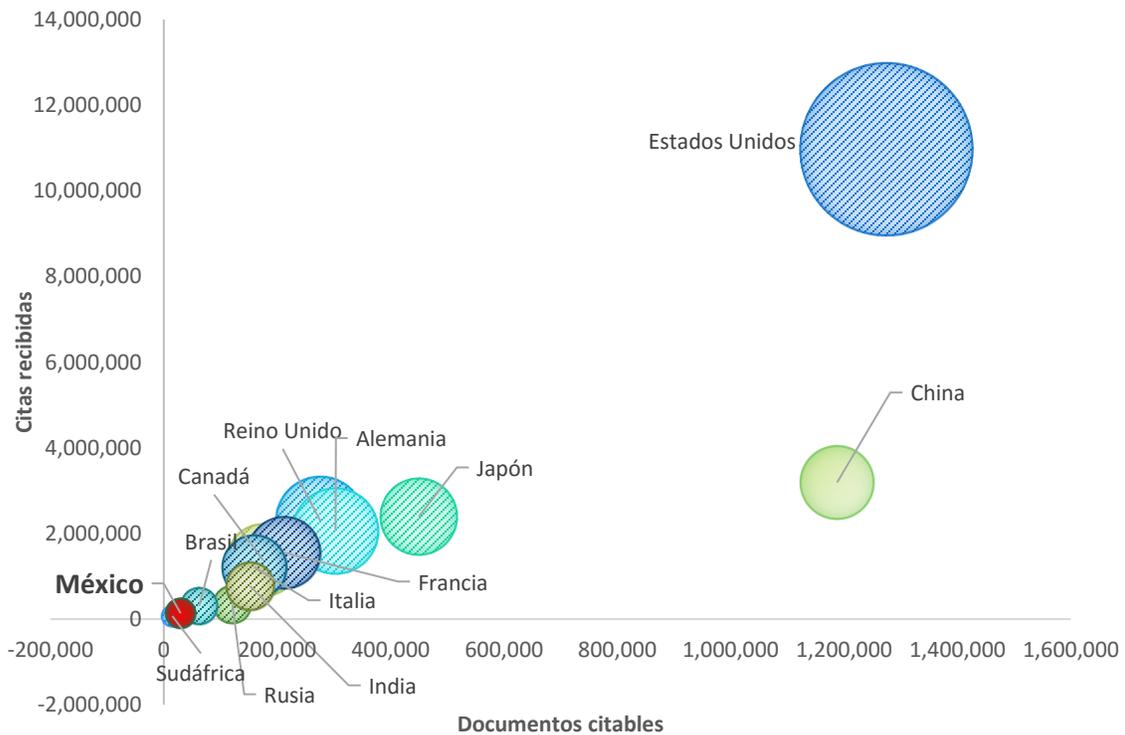
Al comparar el Gasto que hace México en Ciencia y Desarrollo (GIDE), este se encuentra al mismo nivel de países como Finlandia, Bélgica y Dinamarca. Sin embargo, al comparar el GIDE relacionado con el PIB (GIDE/PIB), México se ubica en dentro los últimos dos lugares de los países miembros de la OECD,

estando muy por debajo del promedio de OECD (2.37%) e incluso por debajo del promedio a nivel de Latinoamérica (0.78%), teniendo sólo un porcentaje mayor al de Chile.

Con respecto a la cantidad de investigadores en México, aproximadamente hay 46,125, una cantidad similar a la mostrada por Suecia, Bélgica y Finlandia, pero que al comparar el número de investigadores por cada mil integrantes de la Población Económicamente Activa (PEA), México ocupa el penúltimo lugar dentro de los miembros de la OECD.

En el caso de la producción científica, México se encuentra en la posición 28 a nivel mundial aportando el 0.58 % de la producción mundial y el 16.29 % a nivel Latinoamérica. Con respecto al número de citas México ocupa el lugar 33 a nivel mundial. El impacto de las publicaciones de México (índice H) es de 261, lo que lo ubica en el lugar 34 a nivel mundial.

En el campo particular de la investigación en ingeniería, México se encuentra en el lugar 33 con respecto al número de artículos y de citas y en este campo sube considerablemente en su impacto en las publicaciones, ubicándose en el lugar 31 a nivel mundial. En la Gráfica 8 se puede observar el lugar de México en el mundo de acuerdo a su producción científica en el campo de la ingeniería, de acuerdo a sus citas y el impacto que tienen (SJR-SCImago Journal & Country Rank, 2014).



Gráfica 8-Impacto de las publicaciones de México en ingeniería⁸

EL PAPEL DE LA UNAM EN MÉXICO Y EN LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ha tenido un papel fundamental y es considerada como uno de los motores de México, tanto en la educación superior como en la investigación científica (Martínez Palomo, 1994). La UNAM genera por si sola el 31% de la producción científica y obtiene el 38% de las citas totales del país, además de que en la UNAM se encuentra poco menos del 20% del total de investigadores del SNI (CONACyT, 2012).

Una de las actividades fundamentales de la UNAM es la investigación, junto a la docencia y a la divulgación del conocimiento. Para poder realizar esta actividad la UNAM cuenta con un sistema de investigación compuesto por tres subsistemas: el Subsistema de investigación en Humanidades (SIH), el Subsistema de Investigación Científica (SIC) y el Subsistema de Escuelas y Facultades (SEF) (UNAM, 2007). El SIH y el SIC están formados por Centros e Institutos de investigación, mientras que el SEF está compuesto de Escuelas y Facultades que realizan investigación adicionalmente a su labor de docencia⁹.

El subsistema de Investigación Científica (SIC) es una de las más grandes fortalezas de la UNAM, ya que sólo este subsistema genera el 57% de la investigación que realiza la UNAM y en consecuencia esta área realiza poco menos del 20% de la investigación total del país (UNAM, 2014c). A pesar de que el SIC es el principal generador de la investigación en la UNAM, es a destacar la producción del Subsistema de Escuelas y Facultades (SEF), ya que genera el 31% de la investigación total de la UNAM, a pesar de que la investigación no es su función principal.

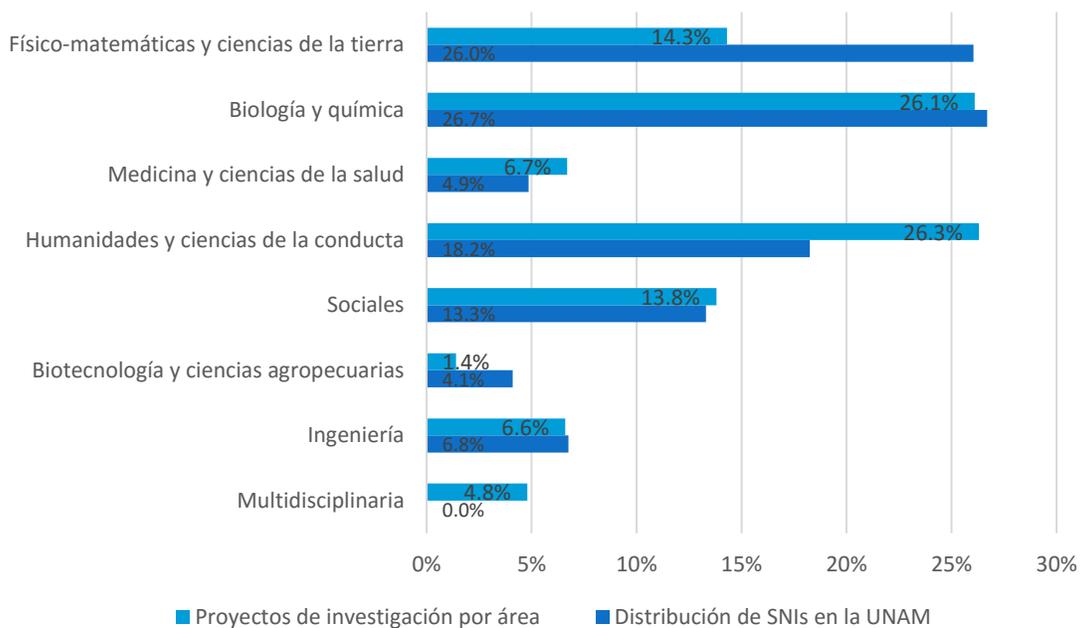
La distribución de investigadores SNI de la UNAM por campo de conocimiento¹⁰ se muestra en la Gráfica 9. La mayor parte de ellos se reparte entre los campos “físico-matemáticas y ciencias de la tierra” y “biología y química” con aproximadamente el 26% cada una, mientras que el campo de la “ingeniería” tiene un 6.8% del total. En esta misma gráfica se muestra además la distribución de los proyectos de investigación por área de conocimiento, donde los proyectos en ingeniería representan el 6.8 % de los proyectos totales. Se debe considerar que el 4.8% de proyectos totales de la UNAM son generados de manera multidisciplinaria entre una combinación de dos o más campos.

La investigación en ingeniería en la UNAM no es exclusiva de un instituto, facultad o investigador de cierto campo de conocimiento, sin embargo, existen institutos y centros, como el instituto de ingeniería, el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, el Instituto de investigaciones en Materiales y el Instituto de Matemáticas aplicadas y en Sistemas, además de facultades, como la Facultad de Ingeniería y Facultad de Química, que tienen una cantidad prolífica de investigaciones en el área, además de una comunidad de científicos consolidada.

⁹ Las facultades de Ciencias, Ingeniería, Química, Medicina, Medicina Veterinaria y Zootecnia, y las de Estudios Superiores Acatlán, Aragón, Cuautitlán, Iztacala y Zaragoza concentran la investigación científica en el Subsistema de Escuelas y Facultades (SEF).

¹⁰ Se toman en las 8 áreas de conocimiento definidas en el SNI.

Cabe decir que los centros e institutos de investigación y las facultades que investigan en el área de ingeniería se encuentran en constante comunicación, debido a que se encuentran ligadas por su participación en los distintos programas de posgrado de la UNAM.



Gráfica 9-Distribución de investigadores SNI en la UNAM y generación de proyectos por área de conocimiento¹¹

¹¹ Elaboración propia a partir de (UNAM, 2014a).

Malestares en la actividad de investigación en el área de electrónica en la Facultad de Ingeniería

Debido a que la investigación en ingeniería en la UNAM es un tema amplio y se lleva a cabo en varios institutos, centros y facultades, este trabajo se enfoca en la investigación en electrónica dentro de la Facultad de Ingeniería. Para poder capturar los malestares en la investigación en electrónica se debe definir primero que es la electrónica y en que parte se encuentra ubicada como eje de conocimiento de dicha facultad.

DEFINICIÓN DE ELECTRÓNICA

Según la Real Academia de la Lengua Española la electrónica es *“el estudio y aplicación del comportamiento de los electrones en diversos medios, como el vacío, los gases y los semiconductores, sometidos a la acción de campos eléctricos y magnéticos”*. Sin embargo, esta definición no permite diferenciar entre áreas relativamente cercanas, como la eléctrica, las telecomunicaciones e incluso la energía.

Una definición más acertada es la siguiente:

“La electrónica es aquel campo de la ciencia e ingeniería que trata de los dispositivos electrónicos y su utilización, donde un dispositivo electrónico es aquél en el que tiene lugar la conducción por electrones bien sea a través del vacío, de un gas o de un medio semiconductor”(Truman, 1976).

Esta definición es más adecuada ya que aparte de mencionar el flujo de electrones y su utilización en diferentes medios, menciona el uso de un dispositivo electrónico para ese fin, por lo que se utilizará esta definición de electrónica en este estudio.

LA ELECTRÓNICA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA

La electrónica se encuentra presente en la mayor parte de la Facultad de Ingeniería, sin embargo, debido a su estructura organizacional, existe una división académica que concentra la mayor parte de académicos enfocados a esa rama del conocimiento: la División de Ingeniería Eléctrica (DIE).

La DIE (Facultad de Ingeniería, 2015) tiene a su cargo las carreras de Ingeniería en Computación, Ingeniería Eléctrica Electrónica e Ingeniería en Telecomunicaciones y se encuentra dividida en los siguientes departamentos:

- Ingeniería en Computación
- Ingeniería Electrónica
- Ingeniería en Telecomunicaciones
- Ingeniería Eléctrica de Potencia
- Procesamiento de Señales
- Sistemas Energéticos
- Ingeniería de Control

Dentro del departamento de Ingeniería Electrónica se tiene la siguiente misión:

“Formar Ingenieros en Electrónica, con una preparación técnica y científica, que les permita diseñar, planear y construir sistemas electrónicos aplicables en diversas áreas, como lo son: la instrumentación, la automatización industrial, las telecomunicaciones, la biomedicina, los microsistemas, entre otras. Que sean capaces de realizar docencia e investigación, que permita cubrir las necesidades del país en los diversos campos señalados, y a su vez generar nuevos campos de estudio. Que sean competitivos en el ámbito nacional e internacional” [4].

De este modo se estudiará a la División de Ingeniería Eléctrica (DIE), en todos su departamentos, pero poniendo énfasis en el Departamento de Ingeniería Electrónica.

MALESTARES EN LA INVESTIGACIÓN

Para poder capturar la problemática se trabajó en dos aspectos, una parte documental acerca de lo que ha realizado la Facultad con respecto a la investigación y la segunda fueron entrevistas cara a cara con académicos del departamento de la DIE, alumnos y exalumnos de los posgrados de la DIE, además se entrevistaron a investigadores y académicos que no pertenecen a la Facultad de Ingeniería de la UNAM como referencia de los problemas de investigación en electrónica (Instituto de Ingeniería, el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico-CCADET, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-CINVESTAV y UAM).

Investigación documental

Plan de desarrollo Facultad de Ingeniería 2003-2007

Dentro del plan de desarrollo de la Facultad de Ingeniería 2003-2007 (Facultad de Ingeniería, 2003), apareció el *“Proyecto 4.5: Fomento a la investigación y desarrollo tecnológico”* que dentro de sus objetivos y metas estaban:

Objetivos

- 1. Establecer un programa permanente de diagnóstico de las líneas y grupos de investigación y desarrollo tecnológico, que por su trascendencia requieran de un esfuerzo especial para formar un grupo o una red de trabajo con apoyo institucional.*
- 2. Desarrollar programas de investigación que tengan relación, principalmente con problemas relacionados con áreas prioritarias para el desarrollo nacional.*
- 3. Desarrollar programas de investigación y desarrollo tecnológico para generar conocimiento, e innovar, diseñar y patentar tecnologías.*

Metas

- 1. Determinar las líneas y grupos de investigación y desarrollo tecnológico.*
- 2. Contar con un diagnóstico permanente de las líneas y grupos de investigación y desarrollo tecnológico.*
- 3. Consolidar las líneas de investigación y desarrollo tecnológico existentes.*
- 4. Crear nuevos grupos de investigación y desarrollo tecnológico.*
- 5. Vincular los grupos de investigación y desarrollo tecnológico con el sector productivo.*
- 6. Inventario de recursos humanos y proyectos de investigación y desarrollo tecnológico de la FI.*

Resultados

Dentro de los informes 2003, 2004, 2005 y 2006, no se alcanza a distinguir un avance en este proyecto, sólo se colocan proyectos e investigaciones específicas realizadas en el transcurso de cada uno de esos años.

Plan de desarrollo Facultad de Ingeniería 2007-2011

En el plan de desarrollo 2007-2011 (Facultad de Ingeniería, 2007a), aparece dentro del programa “4. Fortalecimiento a las actividades de investigación”, el proyecto “4.1. Definición de las líneas de investigación en la Facultad de Ingeniería”, con el siguiente objetivo:

Revisar y reorganizar las líneas de investigación en la Facultad de Ingeniería, con objeto de alinear los proyectos de investigación y tesis de licenciatura y posgrado.

Con las siguientes líneas de acción relevantes:

- 1. Conformación de un grupo multidisciplinario de académicos dedicados a la definición de las líneas de investigación de la Facultad.*
- 2. Encauzar proyectos de investigación y desarrollo de tesis, con base en las líneas de investigación, al interior de la Facultad, y a través de sus unidades académicas externas.*
- 3. Difusión de las líneas de investigación.*
- 4. Revisión y actualización permanente de las líneas de investigación.*

Para este programa se definió un grupo de trabajo y a través de encuestas a los académicos de la Facultad de Ingeniería se lograron definir las líneas de investigación de todas las divisiones, que en el caso de la DIE se identificaron 27 programas de investigación y 72 líneas de investigación (Facultad de Ingeniería, 2011c).

De los resultados del grupo de trabajo en el informe se aclara lo siguiente:

- 1. Debido a la naturaleza del formato para recabar datos, es evidente que existe duplicidad en la información en el sentido de que el trabajo realizado en grupo está siendo reportado por cada uno de los participantes del mismo...*
- 2. No fue posible determinar si todos los productos reportados por un profesor corresponden realmente a la línea de investigación mencionada o si más bien se refieren a su producción histórica total.*
- 3. ... el análisis realizado no permite discernir si se trata de un trabajo de investigación incipiente o de uno que en realidad no califica como tal....*
- 4. ...el formato utilizado para la recolección de datos presenta algunas deficiencias en el sentido de que no fueron consideradas algunos tipos de productos generados que podrían ser relevantes...*

Plan de desarrollo Facultad de Ingeniería 2011-2014

En el plan de desarrollo 2011-2014 (Facultad de Ingeniería, 2011b), se hace un seguimiento del programa de investigación dentro del programa “4. Fortalecimiento de la investigación y desarrollo tecnológico” el cual cuenta con el siguiente objetivo:

Fortalecer la realización de innovaciones y desarrollos tecnológicos en la Facultad de Ingeniería a partir de la ampliación y diversificación de las capacidades y actividades de investigación de académicos y estudiantes.

Dentro de este programa se encuentra el proyecto “4.1 Impulso y seguimiento del quehacer científico y tecnológico”, que a su vez tiene una línea de acción llamada “Políticas y estrategias institucionales sugeridas y asesoradas por el Consejo de Investigación para ampliar las capacidades de la investigación y el desarrollo tecnológico”. Entre las actividades más importantes de esta línea de acción se encuentran:

- a) Proponer los ejes rectores para reforzar las actividades de investigación e innovación tecnológica en la Facultad de Ingeniería.*
- b) Sugerir un modelo de organización para favorecer la investigación y el desarrollo tecnológico.*
- c) Establecer indicadores e índices para ponderar el avance de las actividades de investigación y de sus productos.*

El resultado reportado en esta línea de acción (Facultad de Ingeniería, 2013, 2014b) es la formación de una base de datos con los productos de investigación y desarrollo que reportan los académicos de la Facultad, quedando como pendiente los mecanismos para el seguimiento y actualización de las líneas de investigación.

Plan de desarrollo Facultad de Ingeniería 2015-2019

En el plan de desarrollo de la Facultad de Ingeniería 2011-2019 (Facultad de Ingeniería, 2016) aparece el “Programa 3. Mejoramiento de la calidad y la productividad en las actividades de investigación y desarrollo tecnológico”, el cual tiene como objetivo

Fomentar la cohesión y generación de grupos de trabajo que den solución a necesidades sociales de atención prioritaria para el desarrollo nacional, favorezcan la productividad científica y tecnológica e impulsen la capacidad de innovación y aprendizaje en estudiantes y docentes.

En este programa aparece como primer punto el “3.1 Fortalecimiento de la investigación y desarrollo tecnológico” cuyo objetivo es:

Robustecer los grupos de trabajo que realizan proyectos científico-tecnológicos a través de la consolidación o generación de nuevas líneas de investigación de la Facultad en beneficio del desarrollo de la entidad y de la sociedad en general.

En este punto en específico se definen tres líneas de acción:

1. Actualizar las líneas de investigación de la Facultad.
 - a. Actualizar los criterios utilizados para definir las líneas de investigación vigentes en la Facultad...
 - b. ...determinar las líneas de investigación cultivadas en la entidad.

- c. ...determinar las líneas de investigación por desarrollar en el corto y mediano plazos para realizar proyectos con el sector productivo sobre sustentabilidad, agua, energía, materiales, infraestructura nacional y telecomunicaciones.
2. Consolidar los grupos de investigación y desarrollo tecnológico existentes.
3. Realizar investigación multidisciplinaria e interinstitucional, nacional e internacional.

Entrevistas

A través de entrevistas cara a cara con académicos de la División de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería, alumnos y exalumnos de los posgrados en electricidad y electrónica se obtuvieron 62 enunciados acerca de malestares en la actividad de investigación, estas se agruparon acuerdo a la representación de una misma idea y se presentan a continuación:

1. La vinculación de la Facultad de Ingeniería con la industria es muy endeble, a pesar de que existe interés en algunas investigaciones por parte de la industria pública y privada, no se ve a la facultad de ingeniería como la generadora de las soluciones que necesitan (18 menciones).
2. La mayoría de las investigaciones que consiguen recursos, son investigaciones avanzadas y que en muchas ocasiones ya tienen prototipos existentes (8 menciones).
3. El proceso de generación de patentes es largo y complicado además de que no se cuenta con el apoyo suficiente por parte de la facultad tanto en información como en recursos (7 menciones).
4. La infraestructura con la que cuenta la facultad de ingeniería (espacios, laboratorios, equipos, etc.) es insuficiente para llevar a cabo todas las actividades de investigación (5 menciones).
5. El SNI evalúa al personal académico y no la investigación, además de que se exige publicar a modo de permanecer y avanzar en el sistema, la preocupación radica en el hecho de publicar y no en dónde publicar (5 menciones).
6. La mayoría de la investigación es teórica, se hacen pocos prototipos y muy pocas cosas se colocan a nivel industrial (4 menciones).
7. El número del personal docente perteneciente al SNI de la FI y del área de ingeniería eléctrica ha decaído en los últimos años, lo que hace que la investigación en la Facultad de Ingeniería cada vez sea menor (4 menciones).
8. Dentro de la UNAM existen premios a los académicos por la edad y el tiempo que hayan ejercido, lo que dificulta que se retiren y existan plazas disponibles para nuevo personal dedicado a la investigación (4 menciones).
9. No existen plazas dentro de la facultad para nuevo personal joven que realice investigación (3 menciones).
10. La colaboración para investigación con otros investigadores, institutos o facultades o universidades es escasa y en muchos casos inexistentes (3 menciones).
11. La mayoría de los académicos e investigadores que realizan algún tipo de actividad relacionada con la investigación rebasan los 50 años.
12. La forma de organizar los grupos de trabajo en investigación es empírico (3 menciones).

13. La FI pide demasiadas actividades a los investigadores y académicos por lo que hay una saturación de actividades de los académicos (1 mención).
14. El área de sistemas eléctricos de potencia esta descuidada por la FI (1 mención).
15. Los estímulos que otorga la FI para los trabajos de investigación son bajos (1 mención).
16. No se imparte educación de nivel superior en la FI (1 mención).
17. Poco fomento en la participación en la investigación hacia los estudiantes (1 mención).

Problema a investigar

La diversidad del trabajo de investigación en la FI es muy grande, sin embargo, a partir de los estudios realizados dentro los programas de los planes de desarrollo (Facultad de Ingeniería, 2011a, 2013, 2014b), es claro que un gran número de las orientaciones en investigación consideradas por los académicos no reportan producto alguno y por lo tanto no pueden ser clasificadas como labores de investigación, además de que no se conoce tanto el nivel de consolidación y la calidad como la orientación de la investigación.

Por otro lado, los investigadores se pueden caracterizar como los “hombres-camión” (Molinero & Arellano, 2003) en su actividad de investigación ya que tienen que conseguir recursos para su investigación por sus propios medios, coordinarse y auto organizarse en grupos de trabajo sin que exista una orientación o guía de cómo hacerlo y no aprovechan las economías de escala en las instalaciones con respecto a las labores de investigación.

En consecuencia el problema que se pretende abordar es: en la Facultad de Ingeniería de la UNAM se hace investigación, pero no se tiene claridad acerca de qué se está investigando.

Objetivo

Definir las líneas de investigación que la Facultad de Ingeniería puede y le conviene seguir en un periodo de 25 años para promover el desarrollo académico dentro de la misma Facultad de Ingeniería y contribuir al desarrollo del país.

La meta es un catálogo de grupos de líneas de investigación con su correspondiente justificación de la elección de la línea en el campo de conocimiento de electrónica.

Justificación y alcance

Los países tienen la tendencia de generar la llamada sociedad del conocimiento¹², ya que a partir de ella se ha observado la aceleración en el crecimiento económico y un incremento en la calidad de vida de la población de los países que la han logrado (Gobierno Federal, 2013). De este modo México tiene la tarea fundamental de dirigir sus esfuerzos en transitar en los próximos años hacia esta sociedad del conocimiento, lo que implica desarrollar la capacidad intelectual del país.

Esta sociedad del conocimiento utiliza la generación y aplicación del conocimiento para definir los avances que han de hacerse en todos los ámbitos de relevancia nacional. De este modo una pieza clave para poder alcanzar la sociedad del conocimiento son los órganos encargados de la generación de la ciencia y tecnología en México.

¹² Una sociedad del conocimiento se refiere al tipo de sociedad que se necesita para competir y tener éxito frente a los cambios económicos y políticos del mundo moderno. Asimismo, se refiere a la sociedad que está bien educada, y que se basa en el conocimiento de sus ciudadanos para impulsar la innovación, el espíritu empresarial y el dinamismo de su economía (Organización de los Estados Americanos, 2015).

La UNAM es la institución que genera la mayor cantidad de investigación en el país, lo que va de acuerdo a uno de los fines que persigue: *“la organización y realización de investigaciones principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales”* (Congreso de la Unión, 1945). En este momento surge la duda de hacia qué problemas debe de mirar la investigación y si la solución de esos problemas nos encaminará hacia la sociedad del conocimiento.

Se hace presente el concepto de previsión¹³ en la ciencia y tecnología, que se define como el proceso de intentar sistemáticamente de mirar en el futuro de largo plazo de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad con el propósito de identificar las áreas de investigación estratégicas y las tecnologías emergentes genéricas que tienen los mejores beneficios económicos y sociales (Andersen & Borup, 2009). En este sentido se debe comprender que el desarrollo o el atraso del futuro depende de lo que se haga o se deje de hacer con el conocimiento en el presente.

Para llevar a cabo esta actividad la UNAM, a través del Consejo Técnico de la Investigación Científica, define las características de los proyectos que se deben de considerar prioritarios en la investigación (UNAM, 2006) y deja a los institutos y entidades académicas determinar cuáles son las áreas y proyectos prioritarios.

Centrándose en lo hace que la Facultad de Ingeniería para poder definir estos proyectos prioritarios, se tiene el Consejo de Investigación de la Facultad de Ingeniería, que tienen por objetivo *orientar las actividades de investigación a fin de impulsar, fortalecer y consolidar áreas de conocimiento y líneas de investigación, así como, impulsar nuevos ámbitos de acción para favorecer su impacto en la sociedad* (Facultad de Ingeniería, 2012). De este Consejo de Investigación se destacan dos actividades:

1. Encauzar y guiar la investigación que se realiza hacia temas específicos.
2. Fomentar que la Facultad de Ingeniería amplíe su rango de acción hacia temas de vanguardia que se identifiquen mediante un análisis racional y organizado, que tenga por marco de referencia la normatividad universitaria, la visión de la entidad y las capacidades institucionales.

Estas actividades han aparecido dentro de los distintos planes de desarrollo de la FI (Facultad de Ingeniería, 1999, 2003, 2007a, 2011b), sin embargo, los resultados que se han obtenido (Ilustración 1) no han sido los suficientes para definir el rumbo de la investigación dentro de la Facultad.

Por esto se pretende determinar el grado de consolidación que tiene la investigación en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, específicamente dentro del área de la electrónica y determinar si las investigaciones que se están realizando van de acuerdo a las políticas trazadas por los distintos ámbitos del gobierno de modo que se encuentren alineadas a los apoyos que se ofrecen y puedan ayudar a transitar a la sociedad del conocimiento.

¹³ Del término en inglés *“foresight”*

Plan de Desarrollo de la Facultad de Ingeniería



Ilustración 1-Resumen de los planes de desarrollo de la FI para las líneas de investigación

CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO

Sistema de investigación de la Facultad de Ingeniería

VISIÓN DEL MUNDO

Las finalidades de la Universidad Nacional Autónoma de México son la docencia, la investigación y la difusión de la cultura, las cuales son heredadas a las instituciones que la integran, y en el caso de la Facultad de Ingeniería se expresan en su misión de la siguiente forma:

Formar de manera integral recursos humanos en ingeniería, desarrollar estrategias y acciones para el desarrollo tecnológico, realizar investigación acorde con las necesidades de la sociedad y difundir ampliamente la cultura nacional y universal (Facultad de Ingeniería, 2011b).

Para la realización de esta tesis se verá a la Facultad de Ingeniería como una institución que organiza y realiza investigaciones en los distintos ramos de la ingeniería y éstas son principalmente relacionadas con los problemas nacionales.

TRANSFORMACIÓN

En el proceso de creación de conocimiento se suele referir al método científico como las operaciones mentales que una persona debe realizar para poder crear un nuevo conocimiento e incluso, en libros de texto de niveles básicos, se enlista una serie de pasos que se deben realizar a modo de receta¹⁴.

Debido a la evolución que ha tenido la ciencia a lo largo del tiempo, la concepción y el proceso del método científico ha cambiado, de forma que se pueden distinguir al menos cuatro procesos diferentes del método científico (Pérez Tamayo, 2008): método inductivo-deductivo, método *a priori*-deductivo, método hipotético-deductivo y la no existencia de un método. Lo anterior expresa la complejidad y heterogeneidad de la ciencia, de modo que ya no es posible identificar a un método científico que sea común a todas las ciencias y a todas las personas.

Sin embargo, para fines esta tesis, se concibe al método científico como el proceso de adopción de un paradigma y los problemas que enfrenta, tanto en el proceso de ciencia normal como de las anomalías, y su contrastación con la realidad (Kuhn, 1971). Los datos que se obtienen de este contraste, aumentan el rango de acción del paradigma o la cantidad de anomalías.

¹⁴ Estos pasos siguen el método inductivo-deductivo y comienzan con la “observación” de un fenómeno, después existe una etapa de “inducción” donde se busca extraer los principios básicos de la observación para poder hacer una “hipótesis” y la cuál se somete a pruebas para finalmente una hacer “demostración o refutación” de la misma.

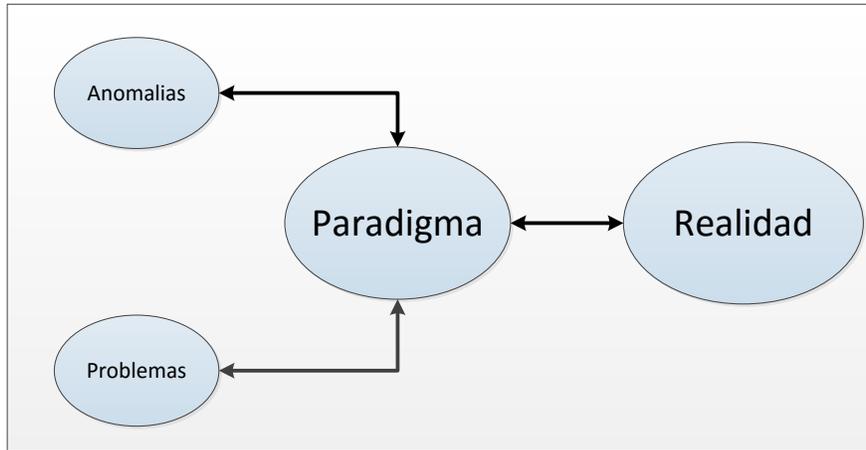


Ilustración 2-Proceso de transformación del conocimiento

ACTORES

Para poder definir quiénes son los encargados de generar la investigación en la Facultad de Ingeniería primero se consideran características cualitativas, que desde el punto de vista institucional (Coordinación de la Investigación Científica, 2001), debe de tener un investigador:

- A. Poseer una sólida preparación académica.
- B. Se mantiene actualizado en las fronteras del conocimiento de su área de trabajo.
- C. Dirige o contribuye a desarrollar líneas de investigación que pueden ser identificadas por sus productos.
- D. Genera conocimiento original, relevante y de calidad como actividad primordial y sistemática. Difunde sus resultados mediante publicaciones avaladas por un arbitraje estricto.
- E. Participa activamente en la docencia universitaria contribuyendo a la formación de profesionales.
- F. Forma investigadores, profesores o técnicos altamente especializados y así contribuye a la creación o a la consolidación de grupos de investigación.
- G. Participa en la divulgación del conocimiento.
- H. Identifica, gestiona y coordina los recursos humanos, económicos y de infraestructura necesarios para la buena marcha de su investigación.

Sin embargo, estas características son insuficientes para poder determinar a las personas que hacen investigación, además del mismo carácter institucional de la UNAM no todos los que laboran en la institución tienen la obligación de generar investigación, de modo que para poder conocer a los actores se debe saber cómo se encuentra integrado el personal académico de la UNAM y sus obligaciones.

De acuerdo al Estatuto del Personal Académico de la UNAM (UNAM, 1998), este tiene por funciones: impartir educación, bajo el principio de libertad de cátedra y de investigación, organizar y realizar investigaciones y desarrollar actividades para extender la cultura, así como participar en labores de dirección y administración.

El personal académico está dividido en técnicos académicos, ayudantes de profesor o de investigador y profesores e investigadores. Los profesores e investigadores se dividen a su vez en visitantes, ordinarios,

extraordinarios y eméritos, pero son solamente los profesores o investigadores ordinarios los que tienen a su cargo las labores permanentes de investigación. Los profesores ordinarios se dividen a su vez en dos categorías de asignatura y de carrera, mientras que los investigadores ordinarios siempre son de carrera. Cada una de estas categorías tiene dos subcategorías llamadas asociado y titular, y a su vez estas se dividen en tres niveles: A, B y C. La Ilustración 3 muestra la organización de los profesores e investigadores de la UNAM.

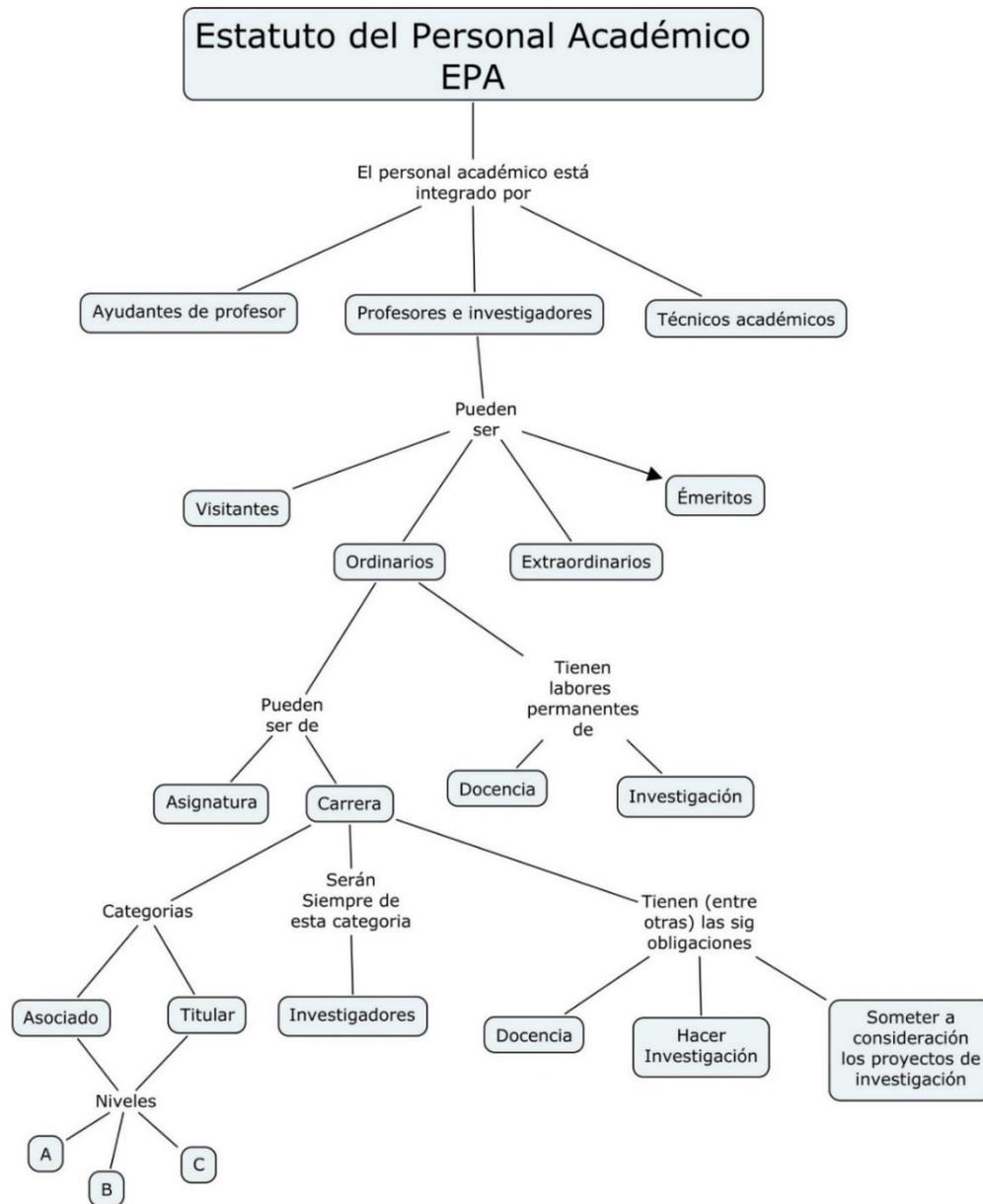


Ilustración 3-Profesores y académicos¹⁵

El artículo 61 del EPA (UNAM, 1998) menciona que:

¹⁵ Elaboración propia a partir de (UNAM, 1998)

CAPÍTULO VIII

Derechos y Obligaciones de los Profesores e Investigadores de Carrera

SECCIÓN B

De las Obligaciones

Artículo 61.- El personal académico de carrera, de medio tiempo y de tiempo completo tiene la obligación de desempeñar labores docentes y de investigación...

De este modo son sólo los académicos de carrera de medio tiempo y tiempo completo los que tienen la obligación de generar investigación en la Facultad de Ingeniería.

Con estos actores definidos se debe mencionar que además estos académicos pueden formar grupos de investigación de áreas comunes o transdisciplinarias, donde los integrantes del grupo no necesariamente son académicos de la misma Facultad de Ingeniería. En la integración de los grupos de investigación se tienen convenios no escritos tanto en la organización del grupo como en la distribución del trabajo y en el crédito que se les da a los participantes en una investigación.

CLIENTES

La práctica de la ciencia trae como resultado la generación de conocimiento y el cual recae en uno de los niveles de la llamada jerarquía del conocimiento (Pérez Tamayo, 2008):

- 1) Conjeturas y especulaciones más o menos libres.
- 2) Sugestiones teóricas, de naturaleza exploratoria, no apoyadas en hechos sino más bien en ideas para nuevos experimentos.
- 3) Propositiones basadas en proposiciones acerca de otras proposiciones.
- 4) Hechos incontrovertibles.
- 5) Hechos tan conocidos que ya han rebasado el nivel de la conciencia.

La parte tangible de estos conocimientos se manifiesta a través de publicaciones científicas (artículos científicos, libros, patentes, memorias de conferencias, etc). Esto lleva a decir que los clientes más importantes son las revistas científicas y conferencias especializadas, nacionales e internacionales.

Debido a la gran cantidad de revistas y conferencias, sólo se tomarán en cuenta sólo las que se encuentran indizadas en los buscadores de artículos científicos más importantes (Scopus, Web of Science, etc).

PROPIETARIO

La Facultad de Ingeniería en su faceta de realizadora de investigación debe desarrollar actividades que permitan encauzar la investigación hacia temas específicos, fomentar la actividad de investigación del personal académico y propiciar una participación destacada en el ámbito nacional e internacional. Las actividades a realizar son (Facultad de Ingeniería, 2012):

- Articular las áreas internas de la Facultad y establecer mecanismos de vinculación a través de enfoques multidisciplinarios e interdisciplinarios en investigación
- Identificar temas de vanguardia que tenga por marco de referencia la normatividad universitaria, la visión de la facultad y sus capacidades.
- Proponer criterios para identificar y verificar los productos de investigación.
- Proveer infraestructura y equipos de vanguardia.

Para la elaboración de estas actividades la FI cuenta con la Secretaría de Posgrado e Investigación, que se encuentra dividida en la coordinación del posgrado y la coordinación de investigación, esta entidad tiene como objetivo coordinar y articular las actividades de investigación y posgrado desde un punto de vista normativo y de evaluación; además se cuenta con un Consejo de Investigación, integrado por representantes académicos con trayectoria de investigación reconocida de cada una de las divisiones de la FI, y cuyos principales objetivos son: orientar las actividades de investigación, fortalecer y consolidar áreas de conocimiento y líneas de investigación, e impulsar nuevos ámbitos de acción para favorecer su impacto en la sociedad.

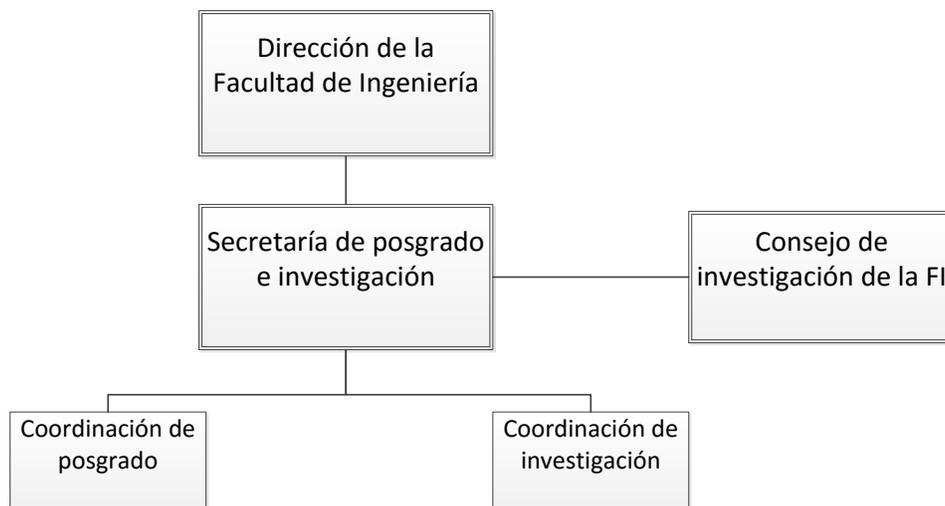


Ilustración 4-Organigrama de la Secretaría de Posgrado e Investigación¹⁶

En cuanto a infraestructura, la Facultad de Ingeniería cuenta con dos conjuntos de edificios en la Ciudad Universitaria, conjunto norte y conjunto sur, dentro de los cuales existen talleres, laboratorios (ingeniería mecánica asistida por computadora, microscopía electrónica, pruebas mecánicas, ingeniería de superficies, sistemas de manufactura flexible, diseño mecatrónico, MEMs, etc), aulas, bibliotecas y centros de investigación (Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica – CDMIT, Unidad de Investigación y Asistencia Técnica en Materiales – UDIATEM y Torre de Ingeniería – TI), además tiene bajo su administración la Unidad de Desarrollo Tecnológico Querétaro (CAT/UDETEQ) y el antiguo Palacio de Minería, donde se desarrollan actividades de vinculación(Facultad de Ingeniería, 2014a).

¹⁶ Elaboración propia a partir de (Facultad de Ingeniería, 2012)

CONTEXTO Y RESTRICCIONES

La Facultad de Ingeniería en su faceta de investigación pertenece a al sistema llamado Subsistema de Escuelas y Facultades (SEF), que junto al Subsistema de Investigación científica (SIC) y al Subsistema de Investigación en Humanidades (SIH), conforman el sistema de investigación de la UNAM.

El sistema de investigación de la UNAM se encuentra inmerso dentro Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) que foja la política de Estado en la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación y promueve la coordinación y la cooperación en la materia (CONACyT, 2014b). El SNCTI se compone de instrumentos de gobierno, política pública y planeación, además de actores en los sectores público, académico (IPN, Cinvestav, UAM, Tec de Monterrey, etc) y empresarial que tengan actividades de ciencia y tecnología, donde el CONACYT es el coordinador y eje articulador del SNCTI.

Adicionalmente están las universidades e institutos de investigación a nivel mundial que generen investigación en el área.

Posgrado

Una relación importante que tiene la Facultad de Ingeniería con los elementos de SIC y de SIH son los programas de posgrado en donde participa y esto es debido a la forma de organización del posgrado en la UNAM.

El posgrado en la UNAM se organiza a través de programas de posgrado a los se incorporan entidades académicas, que entre otras cosas, deben cumplir con (UNAM, 2014b):

- a) Compartir la filosofía del programa en lo que se refiere a objetivos, estándares académicos y mecanismos de funcionamiento.
- b) Contar con el mínimo de académicos acreditados como tutores en el programa, que establezca el comité académico.
- c) Desarrollar líneas de investigación y/o trabajo, afines al programa.
- d) Contar con la infraestructura adecuada para la investigación, las actividades docentes y de tutoría, a juicio del comité académico, y ponerla a disposición para su uso por alumnos, tutores y profesores del programa.

La Facultad de Ingeniería se encuentra incorporada a los programas de posgrado de Ciencias e Ingeniería de Materiales, Ciencias de la Tierra, Ciencias e Ingeniería de la Computación e Ingeniería. Las entidades participantes en estos programas de posgrado se muestran en la Ilustración 5.

Apoyos de investigación

Para el desarrollo de la investigación en la Facultad de Ingeniería se cuenta con apoyos institucionales, entre los que destacan:

- PAPIIT-Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica: impulsa el desarrollo de proyectos de investigación básica, aplicada y multidisciplinaria de alta calidad que fomenten la formación de cuadros de investigación.
- PAPIIME-Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza: impulsa la superación y desarrollo del personal académico con el apoyo a proyectos de investigación que conduzcan a la innovación y al mejoramiento de la enseñanza en el bachillerato y la licenciatura de la UNAM.

Adicionalmente existen apoyos que no son institucionales que provienen del SNCTI, como:

- Apoyos CONACYT-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Otorga apoyos financieros para la promoción y el sostenimiento de proyectos específicos de investigación y la difusión de la información científica y tecnológica.

Entidades participantes \ Programas de Posgrado	Ciencia de la Ingeniería en Materiales	Ciencias de la Tierra	Ciencias e Ingeniería de la Computación	Ingeniería
Instituto de Investigaciones Matemáticas Aplicadas y en Sistemas		X	X	X
Instituto de Investigación en Materiales	X			
Instituto de Matemáticas			X	
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico	X		X	X
Centro de Ciencias de la Materia Condensada		X		
Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada		X		
Centro de Investigación en Energía	X			X
Instituto de Geofísica		X		
Instituto de Geografía		X		
Instituto de Ingeniería			X	X
Centro de Ciencias de la Atmósfera		X		X
Centro de Geociencias		X		
F. Ciencias		X	X	X
F. Arquitectura				X
F. Estudios Superiores Aragón				x
F. Estudios Superiores Cuautitlán			x	
Facultad de Ingeniería	X	X	X	X
F. de Química	X			X

Ilustración 5-Programas de posgrado/Entidades participantes¹⁷

¹⁷ Elaboración propia a partir de (UNAM, 2007)

Evaluación del Sistema de Investigación

La evaluación del sistema de investigación en la Facultad de Ingeniería se concentra principalmente en el personal académico y no sólo a los productos de investigación sino también de participación en docencia, difusión de la ciencia y cultura, producción de libros, etc.

Para hacer esta evaluación se toma como referencia el EPA (UNAM, 1998) que en su artículo 60 menciona:

CAPÍTULO VIII

Derechos y Obligaciones de los Profesores e Investigadores de Carrera

SECCIÓN B

De las Obligaciones

Artículo 60.- ... el personal académico de carrera deberá someter oportunamente a la consideración del consejo de la dependencia de su adscripción, el proyecto de las actividades de investigación, preparación, estudio y evaluación del curso o cursos que impartan, dirección de tesis o prácticas, aplicación de exámenes, dictado de cursillos y conferencias y demás que pretenda realizar durante el año siguiente; llevarlas a cabo y rendir en su oportunidad un informe sobre la realización de las mismas...

De este modo, el proceso de evaluación toma en cuenta las actividades que el académico ha realizado como parte de sus obligaciones estatutarias, y del programa de trabajo aprobado por el cuerpo colegiado correspondiente, y valora su desempeño de manera comparativa con respecto al desempeño general de quienes tienen un nombramiento académico, categoría, nivel y orientación disciplinaria similares dentro de la UNAM (DGAPA, 2014).

Los elementos principales considerados en esta evaluación son los siguientes (Coordinación de la Investigación Científica, 2001; DGAPA, 2014):

- I. Producción científica y tecnológica.
 - A. Publicaciones
 - i. Artículos arbitrados en revistas de circulación internacional indizadas.
 - ii. Libros y capítulos de libros.
 - iii. Artículos in extenso en memorias.
 - iv. Publicaciones en otros medios.
 - v. Edición de publicaciones científicas.
 - B. Tecnología y metodologías.
 - i. Desarrollos tecnológicos terminados.
 - ii. Prototipos.
 - iii. Patentes.
 - iv. Normas.
 - v. Instrumentación experimental.

- vi. Programas de cómputo especializado.
 - C. Presentaciones en congresos y conferencias (tipo de evento y de participación).
- II. Docencia y formación de recursos humanos (nivel y tipo de participación)
 - A. Personal formado.
 - i. Tesis dirigidas.
 - ii. Tutorías o asesorías.
 - iii. Participación en comités tutoriales.
 - iv. Otro personal formado
 - B. Docencia.
 - i. Cursos formales frente a grupo.
 - ii. Cursos de capacitación y actualización.
 - iii. Elaboración y revisión de planes de estudio.
 - C. Formación de grupos de investigación (consolidación y relevancia).
 - D. Material didáctico.
 - i. Libros de texto.
 - ii. Otros materiales didácticos
 - E. Elaboración de publicaciones de educación para la ciencia.
- III. Actividades de divulgación y extensión.
 - A. Publicaciones de divulgación.
 - B. Trabajo museográfico y exposiciones.
 - C. Conferencias y teleconferencias.
 - D. Organización de eventos académicos.
 - E. Otras actividades de divulgación, como entrevistas en medios masivos.
- IV. Reconocimiento a la labor académica.
 - A. Pertenencia a comités editoriales.
 - B. Premios y becas académicas.
 - C. Reconocimientos de instituciones.
 - D. Participación en sociedades científicas y profesionales.
 - E. Citas por otros autores.
 - F. Reconocimientos explícitos por los pares.
 - G. Participación en comités evaluadores.
 - H. Arbitraje de publicaciones y evaluación de proyectos.
- V. Vinculación.
 - A. Promoción y gestión de:
 - i. patrocinio a proyectos de investigación y de desarrollo tecnológico;
 - ii. convenios de transferencia tecnológica;
 - iii. acciones de vinculación académica;
 - iv. Proyectos de investigación y desarrollo para la industria o el sector público.
- VI. Participación institucional (responsabilidad y carga de trabajo).
 - A. Dentro de la UNAM:
 - i. en cuerpos colegiados;
 - ii. en labores directivas y de coordinación;
 - iii. en comisiones especiales.
 - B. Fuera de la UNAM:
 - i. en cuerpos colegiados con representación institucional;
 - ii. en cargos públicos con autorización institucional.

PRIDE

Uno de los fines de esta evaluación es el ingreso al Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de Tiempo Completo (PRIDE), el cuál es un programa que tiene como propósito el fortalecer las tareas sustantivas de la UNAM a través del reconocimiento y el estímulo a los académicos que hayan realizado sus actividades de manera sobresaliente a través de primas salariales.

La prima es equivalente a un porcentaje del salario tabular vigente del académico, con repercusión sobre la correspondiente prima de antigüedad académica y es otorgada en alguno de los siguientes niveles, los cuales son incrementales: A, B, C y D (DGAPA, 2014).

EVALUACIONES ADICIONALES

Adicionalmente existe otra evaluación que tiene como fin el ingreso al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), el cual es un subprograma del Programa de Fomento a la Investigación Científica establecido por el gobierno federal, cuya operación, así como el establecimiento de sus objetivos y funciones, organización y reglamentación interna están a cargo del CONACYT. El SIN, dentro de sus estatutos, tiene por objetivo promover y fortalecer la calidad de la investigación científica y tecnológica del país (CONACyT, 2013).

Este sistema está integrado por tres categorías: I) Candidato a Investigador Nacional, la cual cuenta con un solo nivel para estimular a quienes se inician en la carrera de investigación, II) Investigador Nacional, la cual está destinada a estimular a los investigadores activos y está dividida en tres niveles, e III) Investigador Nacional Emérito.

Los investigadores miembros del SNI se clasifican en siete áreas del conocimiento: I) ciencias físico-matemáticas y de la tierra; II) biología y química; III) medicina y ciencias de la salud; IV) humanidades y ciencias de la conducta; V) ciencias sociales; VI) biotecnología y ciencias agropecuarias, e VII) ingeniería.

La evaluación se hace a través comisiones dictaminadoras que evalúan criterios que van de acuerdo al área y nivel al que se desee ingresar o reingresar, en el caso de ingreso a la categoría de Candidato a Investigador Nacional en el área VII de las ingenierías, los criterios son los siguientes (CONACyT, 2014a):

- a . Artículos de investigación. Se considera el prestigio de la revista, así como las citas bibliográficas recibidas.
- b . Libros publicados. Se toma en cuenta el prestigio de la casa editorial, el tiraje, las reediciones y las traducciones.
- c . Patentes, certificados de invención, de registro y desarrollos tecnológicos. Se toma en cuenta la calidad de su contenido y su uso e impacto demostrado a través de cartas de usuarios.
- d . Normas y reglamentos. Se considera la aplicación e innovación de la normatividad generada y tipo del organismo acreditador.
- e . Actividades y los productos de difusión y/o divulgación científica y/o tecnológica. Se toma en cuenta la transparencia y fidelidad de su contenido científico y/o tecnológico, así como la originalidad, creatividad y efectividad de educar al público al que va dirigida.

CRITICA A LAS EVALUACIONES

La principal crítica que se hace a estas evaluaciones es que se premia a la cantidad y no a la calidad de los trabajos presentados y que existen grupos de poder que hacen las evaluaciones que determinan el ingreso y la estancia en los programas.(Ramírez & Weiss, 2004; Reyes & Suriñach, 2010; Sefchovich, 2009). A esto se debe añadir que la forma en que se hacen las evaluaciones no son claras y muchos de los criterios no dependen del investigador, sino del empleador, como la cantidad de horas de docencia (Sefchovich, 2009; Sheridan, 2011).

A pesar de lo anterior, estos criterios se tomarán en cuenta para esta tesis para determinar el estado del sistema, que de acuerdo a estas evaluaciones, es la cantidad de académicos dentro de estos programas y su posición jerárquica dentro de los mismos.

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Como se ha mencionado la investigación es producto de un proceso sociocultural por lo tanto la medición de la investigación tiene que considerar otros factores, además de la cantidad de conocimiento creado en un cierto campo de conocimiento. De este modo se considera para la evaluación del conocimiento (Schoen, Könnölä, Warnke, Barré, & Kuhlmann, 2011):

- Crecimiento. La tasa de crecimiento entre los distintos campos.
- Convergencia/divergencia. En los campos que ya se encuentran establecidos (en “ciencia normal” bajo cierto paradigma (Kuhn, 1971) el conocimiento tiende a ser acumulativo, lo que quiere decir que dos conocimientos producidos en diferentes lugares convergerán dependiendo del paradigma dado. Pero cuando aparece un nuevo paradigma los actores entran en una exploración amplia, multiplicando las direcciones y esta divergencia puede permanecer por un periodo largo de tiempo, llevando a nuevas condiciones en donde el conocimiento es difundido y generalizado.
- Complementariedad. La necesidad que enfrenta el investigador para desarrollar colaboraciones a modo de producir resultados.

Estado actual de la investigación en electrónica en la Facultad de Ingeniería

PLANTA ACADÉMICA DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

La Facultad de Ingeniería de la UNAM cuenta actualmente con una planta de académica de 2,132 profesores, los cuales están distribuidos con respecto a su división como lo muestra la Tabla 1. En esta tabla se destacan dos cosas, la primera es que las divisiones de ingeniería aplicada tienen casi el 90% de la planta académica de la Facultad. Y en segundo lugar la división con el mayor número de académicos es la División de Ingeniería Eléctrica (DIE).

DIVISIÓN	TOTAL ACADEMICOS	% DEL TOTAL
División de Ingeniería Eléctrica (DIE)	580	27.2%
División de Ingeniería Mecánica e Industrial (DIMEI)	446	20.9%
División de Ciencias Básicas (DCB)	370	17.4%
División de Ingenierías Civil y Geomática (DICYG)	321	15.1%
División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (DICT)	196	9.2%
Dirección y Coordinación (SECRY COORD)	131	6.1%
División de Ciencias Sociales y Humanidades (DCSYH)	80	3.8%
Secretaría de Posgrado e Investigación (SPI)	8	0.4%

Tabla 1-Académicos FI por división

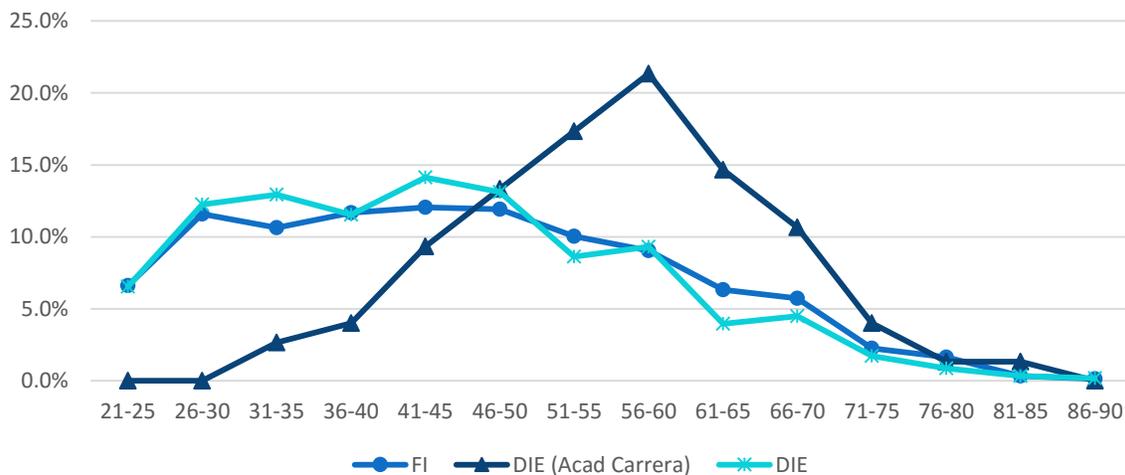
Dentro de la DIE la planta académica se compone de acuerdo a su nombramiento, como lo muestra la Tabla 2, que los profesores de carrera (titular y asociado) no llegan al 15% del total de los académicos de la DIE, pero es coincidente con lo que sucede con la población de académicos total de la FI, donde ocupan los profesores de carrera son el 15.7% del total.

NOMBRAMIENTO	NÚMERO ACADEMICOS EN LA DIE	% RESPECTO AL TOTAL DE LA DIE	% RESPECTO AL TOTAL DE LA FI
Profesor de asignatura	370	63.79%	17.35%
Ayudante de profesor	107	18.45%	5.02%
Profesor titular	51	8.79%	2.39%
Profesor asociado	24	4.14%	1.13%
Técnico asociado	18	3.10%	0.84%
Técnico titular	9	1.55%	0.42%
Técnico auxiliar	1	0.17%	0.05%
TOTAL	580	100.00%	27.2%

Tabla 2-Nombramiento de académicos de la DIE

Un tema importante a resaltar es la edad de los académicos, ya que mientras el promedio de edad de la totalidad de profesores de la Facultad de Ingeniería es de 45.4 años, con una desviación estándar de 14.2 años, el promedio de edad de los profesores de la DIE es de 43.8 años ($\sigma=13.3$) y es el segundo más bajo de todas las divisiones. Sin embargo, si sólo se cuenta a los académicos de carrera, el promedio de edad de toda la FI sube a 56.3 años ($\sigma=10.3$) y el de la DIE sube a 55.8 años ($\sigma=10.1$), aunque, sigue siendo el

segundo más bajo de todas las divisiones. La Gráfica 10 es el histograma de edades de los profesores de carrera asociados a la DIE, donde se observa una forma simétrica, con un marcado pico entre las edades de 56 a 60 años esto contrasta con los histogramas de la Facultad de Ingeniería y de la DIE (tomando en cuenta a toda la población académica) donde los histogramas tienen un sesgo positivo.



Gráfica 10-Histograma de edades

PROGRAMAS DE APOYO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIÓN

Existe dos programas principales de apoyo, uno institucional por parte de la UNAM llamado Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de Tiempo Completo (PRIDE), otro por parte del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). El PRIDE tiene 4 niveles ascendentes (A, B, C y D), mientras que el SNI tiene 3 categorías: Candidato a investigador, Investigador Nacional, con 3 niveles ascendentes (1, 2, 3), e Investigador Nacional Emérito.

La cantidad total de académicos con estos apoyos y su distribución por división se encuentran en la Tabla 3. Mientras que la Gráfica 11 retrata la cantidad de académicos de la DIE por nivel del PRIDE y la Gráfica 12 lo hace lo propio para el SNI. Es de relevancia que la DIE es la división con mayor cantidad de académicos tanto en el PRIDE como en el SIN, además de tener una fuerte presencia en los niveles intermedios de los programas.

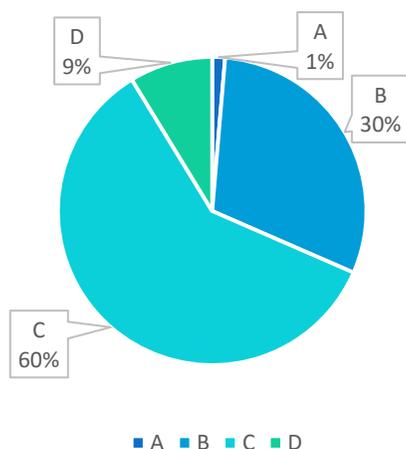
DIVISIONES	TOTAL PRIDE	TOTAL SNI
DCB	76	13
DCSYH	13	1
DICT	41	10
DICYG	80	13
DIE	149	19
DIMEI	88	19
SECRY COORD	51	0
SPI	2	0

TOTAL
GENERAL

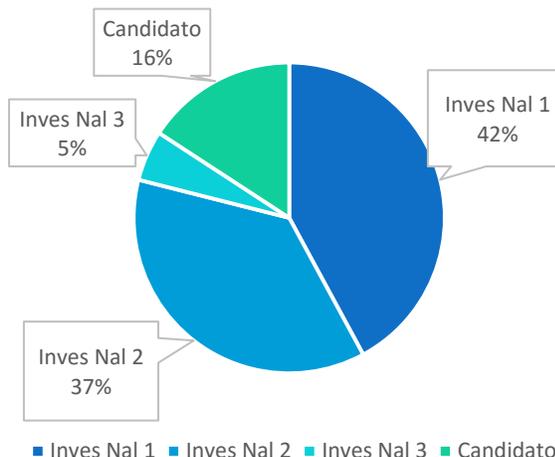
500

75

Tabla 3-Académicos PRIDE y SNI



Gráfica 11-Académicos de la DIE con PRIDE



Gráfica 12-Académicos de la DIE con SNI

PROYECTOS CON APOYO INSTITUCIONAL

La UNAM tiene dos principales programas de apoyo a proyectos el primero llamado Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) y el segundo llamado Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME). Debido a que se está buscando la investigación en electrónica. Mientras que el PAPIIT apoya a proyectos de investigación básica y aplica el PAPIME apoya a proyectos en el mejoramiento de la enseñanza, y debido a que este trabajo es sobre las líneas en electrónica, se analizará solamente los proyectos PAPIIT.

En el 2014 hubo 78 proyectos con apoyo institucional y se dividieron en 29 proyectos PAPIME (37.2%) y 49 PAPIIT (62.8%). De estos 49 proyectos PAPIIT, hubo 27 proyectos que contaron con participación de académicos de la DIE, que a su vez en 21 de estos proyectos participaron más de un académico y en cuatro de ellos hubo participación no exclusiva de la DIE. En total fueron 66 los académicos participantes en los proyectos PAPIIT.

Para poder saber con más claridad el modo de participación de los académicos en los proyectos se definen tres tipos de participación:

- Participación de primer orden: el proyecto tiene un académico responsable que es parte de la DIE.
- Participación de segundo orden: el proyecto tiene al menos un académico corresponsable que es parte de la DIE.
- Participación de tercer orden: el proyecto tiene al menos un académico participante que es parte de la DIE.

Tomando esas definiciones se obtiene la Tabla 4:

TIPO DE PARTICIPACIÓN	EXCLUSIVA DIE	OTRAS DIVISIONES	TOTAL
Primer orden	23	1	24
Segundo orden	5	0	5
Tercer orden	28	9	37
TOTAL	56	10	66

Tabla 4-Tipo de participación de Académicos de la DIE en proyectos PAPIIT

PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

Para la realización de esta operación se hizo una búsqueda de los productos de investigación (artículos, conferencias, editoriales, libros, capítulos de libros, etc.) en los servicios internacionales dedicados a indizar publicaciones y artículos científicos (Scopus¹⁸ y Web of Science¹⁹) de académicos de la División de Ingeniería Eléctrica. Se sabe que estos servicios dedicados a indizar publicaciones y artículos científicos están lejos de cubrir el total los productos de investigación, sin embargo, la búsqueda de estos productos da una idea de sobre qué temas se trabajan así como la trascendencia y de un producto científico.

Para poder obtener una búsqueda mejor, está se cerró al año 2014, por lo que en algunos casos, algunos parámetros pueden variar con el transcurso de tiempo (la cantidad de citas totales hacia un artículo, el índice H de la revista donde se publica, el indicador de impacto de la revista donde se publica, etc.).

En el año 2014 se publicaron en total 25 productos de investigación, los cuales se dividen de la siguiente forma:

TIPO DE PRODUCTO	CANTIDAD
Artículo	16
Artículo aceptado pero aun no publicado	2
Memoria de conferencia	6
Editorial	1
TOTAL GENERAL	25

Tabla 5-Productos de investigación de la DIE

Líneas de investigación

De estas publicaciones, las líneas de investigación principalmente tratadas y su programa de investigación son retratados en la Tabla 6. Algo que salta a simple vista es que el programa de investigación de control de sistemas dinámicos es preponderante.

¹⁸ <http://www.scopus.com/>

¹⁹ <https://www.webofknowledge.com/>

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	DE	CANTIDAD DE VECES TRATADO	PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN
Sliding mode control		3	Control de sistemas dinámicos
Algorithms		2	Control de sistemas dinámicos
Nonlinear control systems		1	Control de sistemas dinámicos
Boiling water reactors		1	Sistemas nucleares
Computer networks		1	Control de sistemas dinámicos
Controllers		1	Control de sistemas dinámicos
Design		1	Sistemas nucleares
frequency selective surfaces		1	Antenas en arreglos de fase para la banda de súper y extremadamente alta frecuencia
Information use		1	Sistemas de comunicaciones
Motorcycles		1	Control de sistemas dinámicos
Watermarking		1	Procesamiento digital de señales
Nonlinear feedback		1	Control de sistemas dinámicos
Optimization		1	Control de sistemas dinámicos
Reluctance motors		1	Control de sistemas dinámicos
Sensor nodes		1	Sistemas de comunicaciones
Turbo codes		1	Sistemas de comunicaciones
Linear control systems		1	Control de sistemas dinámicos

Tabla 6-Temas principales de productos de investigación en 2014

Trascendencia de los productos de investigación

Existen varios parámetros que ayudan a ponderar la trascendencia y el alcance de una publicación, en este trabajo se usarán la cantidad de citas totales para saber el alcance de la publicación, el índice H para conocer el balance entre el número de publicaciones y las citas que recibe, y el índice de impacto de las revistas en donde se publica.

Citas recibidas

Este indicador puede resultar engañoso, debido a que depende del tiempo, tanto del momento en que se haya realizado la consulta y del momento de publicación de producto de investigación, de modo que un artículo más viejo recibe más citas. Sin embargo, resulta útil para determinar el alcance de las publicaciones.

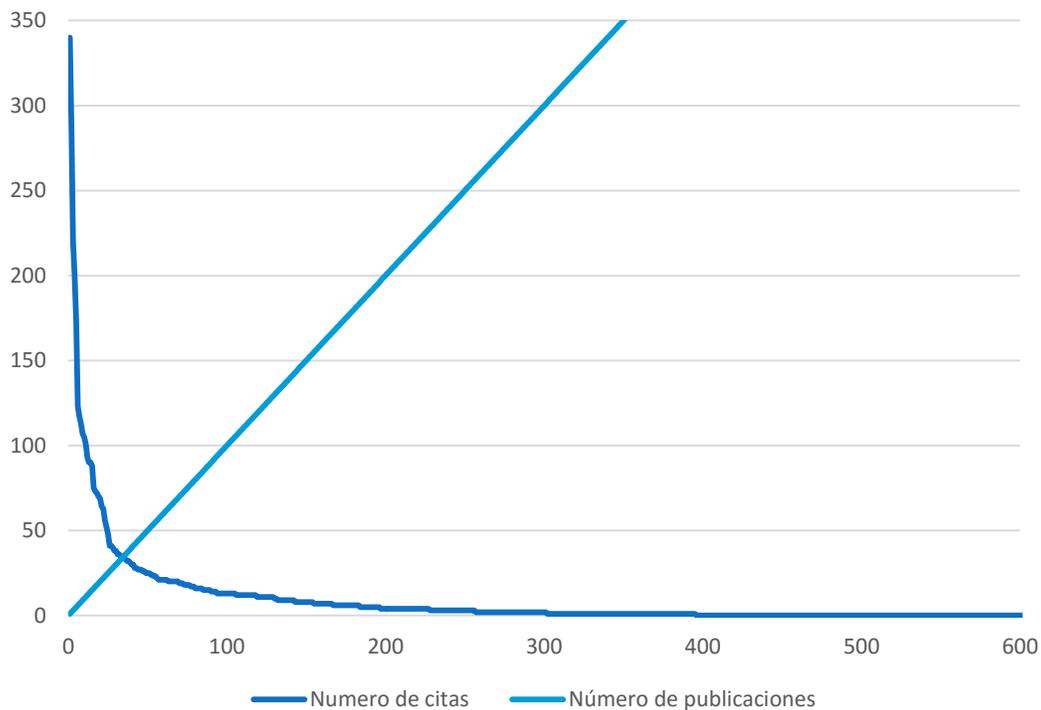
En el año 2014, de las publicaciones hechas sólo en ese año, se recibió una cita y esta fue hecha al artículo llamado:

“A multilayer circular polarizer based on bisected split-ring frequency selective surfaces”, el cual trata la línea de investigación de “Superficies selectivas de frecuencia” del programa de investigación Antenas en arreglos de fase para la banda de súper y extremadamente alta frecuencia.

Índice H

Mide el balance entre el número de publicaciones y las citas recibidas, para el cálculo se tomaron en cuenta las publicaciones de 10 años hacia atrás con sus citas de los académicos adscritos a la DIE, y se

calcula tomando la intersección de la gráficas de las citas totales con la del número de publicaciones totales, se muestra el cálculo en la Gráfica 13. Para el caso de la DIE el índice H es 34.



Gráfica 13-Cálculo de índice H para la DIE

Índice de impacto

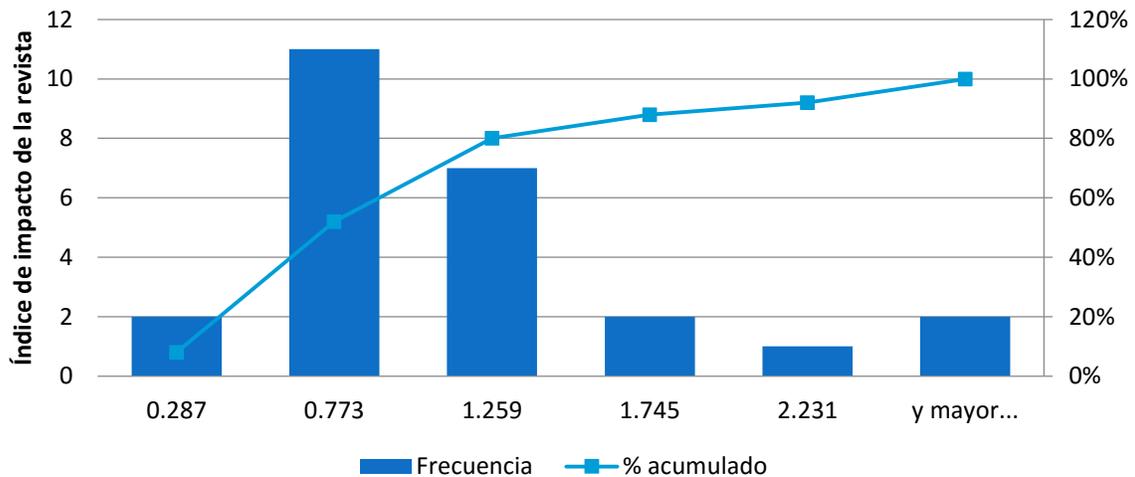
El índice de impacto trata de medir la repercusión que tiene una revista en la comunidad científica. Existen actualmente dos índices conocidos el llamado “factor de impacto” calculado por el Institute for Scientific Information (ISI) y publicado por Web Of Science y el *SCImago Journal Rank* (SJR) calculado y distribuido por Scopus²⁰. Para este trabajo se utilizará el SJR debido a que la mayoría de los datos fueron sustraídos de Scopus. Se debe decir que el mayor índice en el año 2014 lo es de 45.894 y pertenece a la revista *Ca-A Cancer Journal for Clinicians* y en el área de la ingeniería eléctrica y electrónica el mayor índice es de 15.213 y lo tiene la revista llamada *Nature Nanotechnology*.

Para el caso de las publicaciones de 2014 de la DIE, la publicación dentro de la revista con mayor índice de impacto tiene un 2.27, corresponde al artículo llamado *Integral sliding-mode control for linear time-invariant implicit systems*, publicado en la revista *Automatica* y trata la línea de investigación de Control con por modos deslizantes que está dentro del programa de investigación de control de sistemas dinámicos. La publicación dentro de la revista con menor índice de impacto tiene un 0.29, corresponde al artículo llamado *Robust hybrid color image watermarking method based on DFT domain and 2D histogram modification*, publicado en la revista *Signal, Image and Video Processing*, y trata la línea de

²⁰ Existen trabajos que comparan y proponen equivalencias para los distintos índices (Ramin & Sarraf Shirazi, 2012), sin embargo, queda fuera de los límites del trabajo.

investigación de marcado de agua el cual está dentro del programa de investigación de procesamiento digital de señales. El promedio general de las revistas donde se publica es de 0.93.

La Gráfica 14 muestra el histograma de los índices de impacto de los productos de investigación de la DIE en el 2014.



Gráfica 14-Histograma de los índices de impacto de las publicaciones de la DIE

INFRAESTRUCTURA A DESTACAR: LABORATORIO UNAMEMS

Dentro de la infraestructura que se tiene para la investigación se destaca el laboratorio UNAMems, que se creó para la investigación en microsistemas electromecánicos, los cuales son sistemas que generan dispositivos electromecánicos microscópicos y da cabida a la nanotecnología.

En la UNAM se inició este proyecto en junio de 2003, con el objetivo de asimilar y desarrollar de la tecnología MEMS, formar de los recursos humanos especializados y además de formar parte de la Red Nacional de Centros MEMS, articulada por la Fundación México Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC) (Facultad de Ingeniería, 2007b). El laboratorio UNAMems fue construido en 3 etapas, con fondos de la UNAM, Facultad de Ingeniería y Secretaría de economía.

Actualmente este laboratorio ofrece los servicios de:

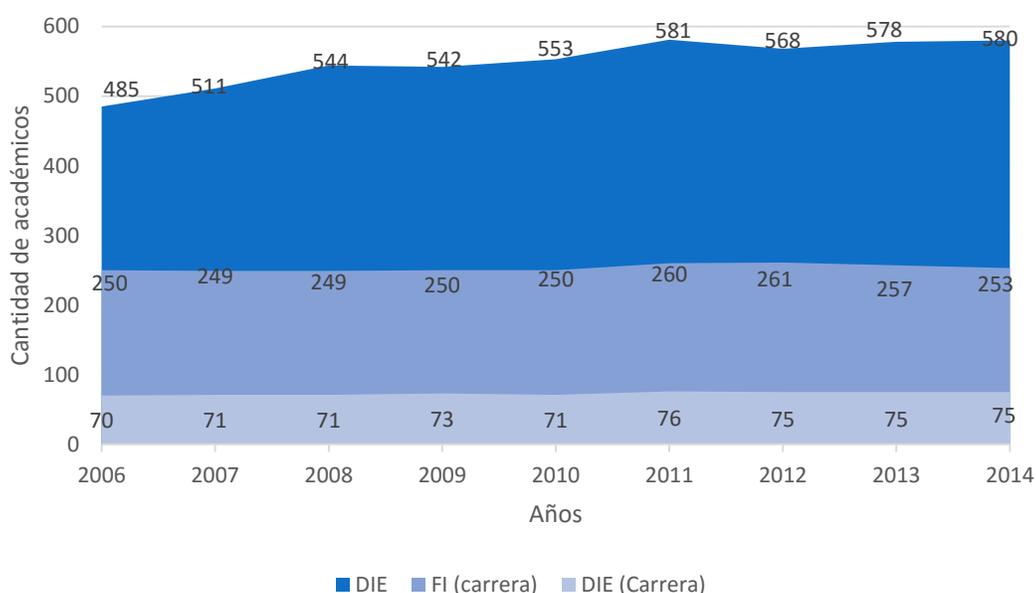
- Diseño de MEMS en las áreas de: RF, BioMEMS, automotriz.
- Caracterización y pruebas de MEMS
- Cursos sobre MEMS.
- Escritura directa de máscaras sobre obleas de 4 pulgadas.
- Deposición de películas delgadas por sputtering y deposición térmica para obleas de 2 y 4 pulgadas.

Escenario histórico

Se hace una retrospectiva de lo que ha sucedido con la planta académica e investigación que se ha realizado en la DIE en un periodo de 10 a 15 años.

ACADÉMICOS DE CARRERA

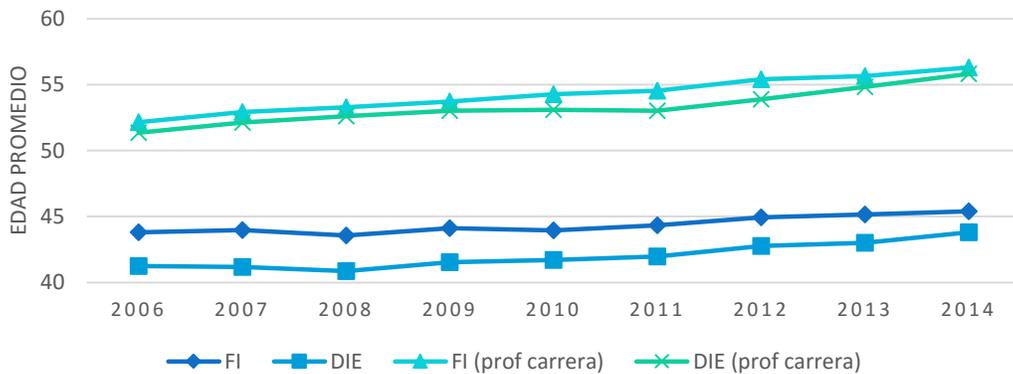
La cantidad de académicos de carrera esta se ha mantenido constante en los últimos años, tanto en la DIE como en la Facultad de Ingeniería, esto se contrasta con lo que sucede en la totalidad de la Facultad de Ingeniería, donde la planta académica ha tenido un aumentado sostenido en los últimos 9 años y su número ha aumentado en casi 20%, estos datos se muestran en la Gráfica 15. Es a destacarse que en el año 2011 se presenta el mayor aumento en la cantidad de académicos de carrera en la FI, que pasaron de 250 a 260 y de este aumento, 5 fueron directamente en la DIE.



Gráfica 15-Cantidad de académicos vs académicos de carrera

Con respecto a la edad promedio de los últimos años mostrado en la Gráfica 16, se observa que la edad promedio de los académicos de la FI ha tenido un ligero proceso de envejecimiento, pasando de una edad promedio de aprox. 43.8 años a una edad promedio de 45.4 años y el cual es mayor que la edad promedio de los académicos de la DIE, la cual pasó de 41.2 a 43.8 años. Sin embargo, al contrastar estos datos con la planta académica de carrera, el primer aspecto a destacar es diferencia significativa en la edad, la cual es de casi 10 años y la tendencia de envejecimiento es más pronunciada. Para los académicos de carrera de la FI la edad promedio pasó de 52.2 a 55.8 años, es importante hacer notar que este envejecimiento se acrecentó desde el año 2011. Comparando, nuevamente, con la planta académica de carrera que integra a la DIE, esta tiene un promedio de edad más bajo, pasando de 55.3 a 55.8 años, pero la tendencia de envejecimiento es más pronunciada.

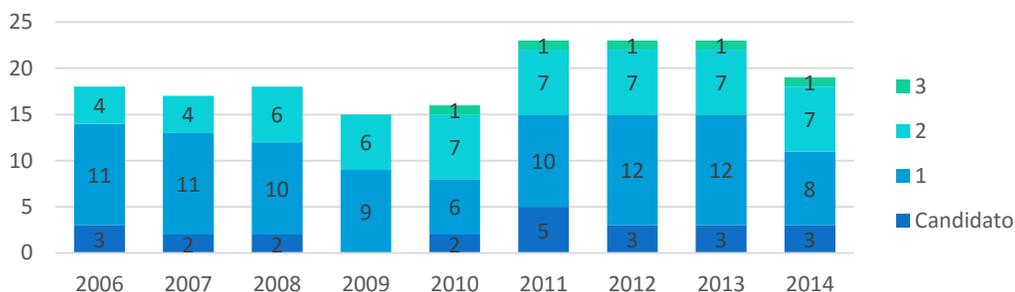
Con respecto a los académicos con estímulos PRIDE y SNI, los datos históricos mostrados en la Gráfica 17 y la Gráfica 18, estos datos exponen un crecimiento del número de académicos de la DIE con estos estímulos. Es considerar que los académicos con PRIDE han aumentado en número en todos los estratos de este estímulo, siendo la categoría de PRIDE del nivel C el que tiene la mayor cantidad de académicos y pero la tipo D la que ha tenido un mayor crecimiento. Con relación a los académicos dentro del SNI existe un aumento de los académicos dentro del programa con relación a hace 10 años, presentando sólo un dato menor en el año 2014. Adicionalmente existe un aumento en los en los estratos superiores del programa, siendo el investigador nacional tipo 3 el que presenta un incremento mayor, de casi 70%.



Gráfica 16-Promedio histórico de edad de académicos



Gráfica 17-Histórico de académicos de la DIE con PRIDE



Gráfica 18-Histórico de académicos pertenecientes a la DIE dentro del SNI

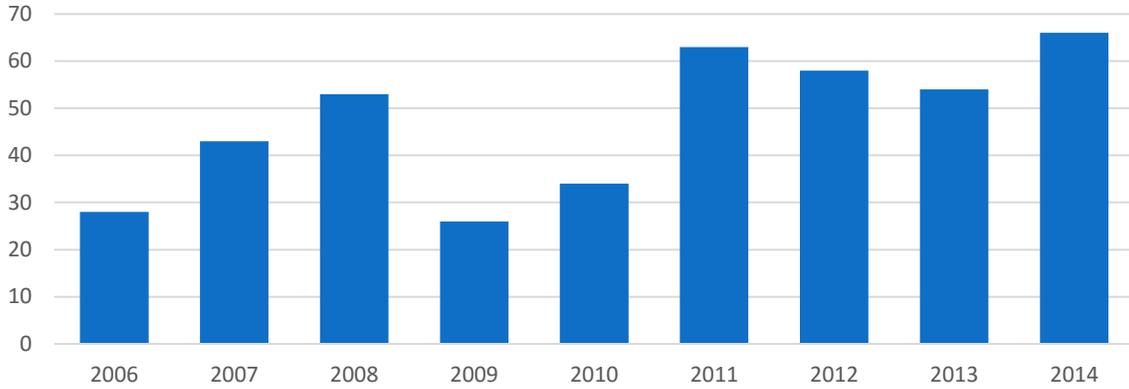
LOS PROYECTOS INSTITUCIONALES

De 2006 a 2014 se registraron en la Facultad de Ingeniería 257 proyectos institucionales de los cuales el 59% fueron proyectos de tipo PAPIIT y 41% proyectos PAPIME.

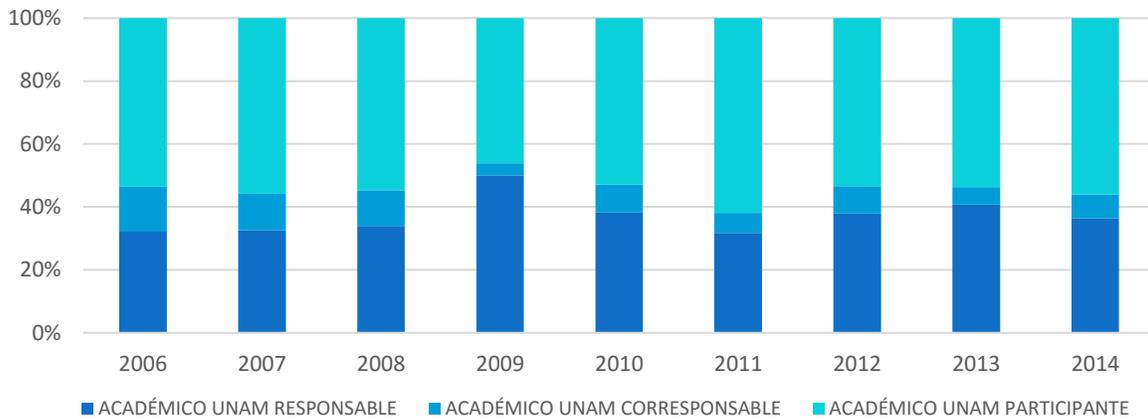
Haciendo énfasis en los proyectos PAPIIT de la DIE, del año 2006 al 2014 hubo 85 proyectos, un promedio de 9.5 proyectos por año, siendo el 2011 el año con más proyectos con 15 y el 2013 el de menor cantidad con 6.

La Gráfica 19 muestra la participación de los académicos pertenecientes a la DIE en estos proyectos y se observa un aumento, duplicando su participación en los últimos 4 años sin embargo, la forma en que participan año con año se mantiene relativamente constante, donde los académicos responsables de los proyectos son cerca del 36%, los coresponsables el 9% y los participantes el 55% (Gráfica 20).

Un tema a resaltar es que el 50% de la participación histórica de los académicos, desde 2006 a la fecha, se reparte entre 20 proyectos PAPIIT, los cuales representan el 20% de la totalidad de los proyectos presentados. En la Tabla 7 se listan estos proyectos clasificándolos con el programa de investigación al que pertenecen y a la línea de investigación que abordan de acuerdo a los establecidos en (Facultad de Ingeniería, 2011c) y listados en el Anexo E-programas y líneas de investigación vigentes en la die de la FI.



Gráfica 19-Histórico de la participación de académicos de la DIE en proyectos PAPIIT



Gráfica 20-Participación de académicos DIE en proyectos PAPIIT

NOMBRE DEL PROYECTO PAPIIT	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN
Antenas reconfigurables basadas en circuitos integrados flexibles para las bandas de super y extremadamente alta frecuencia	Superficies selectivas de frecuencia	Antenas en arreglos de fase para la banda de súper y extremadamente alta frecuencia
Antenas de lente reconfigurables para la banda de extremadamente alta frecuencia basadas en principio de conversión de modos de propagación.	Superficies selectivas de frecuencia	
Desplazadores de fase MEMS del tipo reflectivo para la banda de súper alta frecuencia	RF MEMS	
Superficies Selectivas de frecuencia reconfigurables en la banda de super alta frecuencia	Superficies selectivas de frecuencia	
TONALLI - Sistema Informático de Búsqueda	Bases de datos y reconocimiento de patrones	Desarrollo de software

NOMBRE DEL PROYECTO PAPIIT	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN
Desarrollo de banco de filtros para su aplicación en procesamiento digital de señales orientado a telecomunicaciones	Filtrado digital	Procesamiento digital de señales
Diseño y desarrollo de una interfaz embebida en dispositivos fijos y móviles para el control de una red de microcontroladores de aplicaciones múltiples a través de Internet	Redes inalámbricas de banda ancha	Redes inalámbricas
Diseño de algoritmos de reservación de capa cruzada en redes	Redes inalámbricas de banda ancha	
Diseño de técnicas de mejoramiento de capacidad en redes inalámbricas de banda ancha tipo Mesh	Tipo Mesh	
Robot de servicio para asistencia a adultos mayores y en sistemas hospitalarios	Inteligencia artificial	Robótica móvil
FinDER: Robot de búsqueda en entornos de desastre.	Inteligencia artificial	
Nuevos sensores refractométricos	Dispositivos ópticos	Sistemas de comunicaciones
Dispositivos de comunicaciones ópticas e instrumentación con base en rejillas de período largo en fibra óptica	Dispositivos ópticos	
Rejillas de periodo largo en fibras ópticas para el filtrado de señales en sistemas de telecomunicaciones	Dispositivos ópticos	
Nuevas técnicas de monitoreo del estado físico e integridad de elementos y estructuras de diversos materiales mediante arreglos de fibras ópticas	Dispositivos ópticos	
Diseño e implementación eficiente de algoritmos de codificación y seguridad de los sistemas de información de alto desempeño	Teoría de la información	
Diseño y construcción de un micro-acelerómetro para aplicación en las áreas automotriz, médica y sísmica	Microsistemas electromecánicos	Microsistemas electromecánicos
Diseño e implementación de un espejo deformable basado en tecnología MEMS para aplicaciones de óptica adaptiva	Microespejos	
Desarrollo de herramientas de visualización y análisis de accidentes severos en reactores BWR. Aplicación a los accidentes de Fukushima y sus implicaciones en la Central Nuclear de Laguna Verde	Modelado de sistemas núcleo-eléctricos	Sistemas nucleares
Desarrollo de una metodología para evaluar opciones de reactores nucleares de potencia para México	Modelado de sistemas núcleo-eléctricos	

Tabla 7-Proyectos PAPIIT con la mayor participación de académicos DIE y clasificados por su programa de investigación

PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

La búsqueda de esta información se hizo a través de proveedores internacionales de indización de publicaciones científicas y se centró en los académicos de la DIE, tomando como inicio el año 2000 y finalizando en el año 2014. En este periodo de tiempo se obtuvieron los siguientes productos de investigación y citas a estos trabajos:

TIPO DE PRODUCTO	CANTIDAD	CITAS
Memoria de conferencia	352	778
Artículo en revista	267	4872
Editorial	10	20
Nota	7	15
Revisión	4	25
Artículo aceptado pero aún no publicado	4	0
Capítulo de libro	3	7
Patente ²¹	2	0
Solicitud de patente ²²	2	0
Carta a editor	1	64
Libro	1	0
Total general	653	5781

Tabla 8-Productos de investigación histórica de la DIE

Al hacer una comparativa anual de los productos de investigación y las citas recibidas, se obtiene la Gráfica 21, donde se observa lo siguiente:

- Existe un aumento sostenido en la cantidad de productos de investigación, el cual tiene su punto máximo en 2008, y a partir de este momento el número de productos que se genera anualmente se mantiene constante. Es hasta los dos últimos años donde comienza a decaer de manera forma notoria el número de productos de investigación.
- Las citas recibidas a los trabajos de investigación de igual forma tienen un aumento sostenido, teniendo su máximo valor en 2007 y a partir de ese momento hay una caída dramática hasta el

²¹ Dispositivo electrónico de protección de transición de corriente y voltaje (patente MX 315792 B) e Inversor resonante inteligente (patente MX 314564 B).

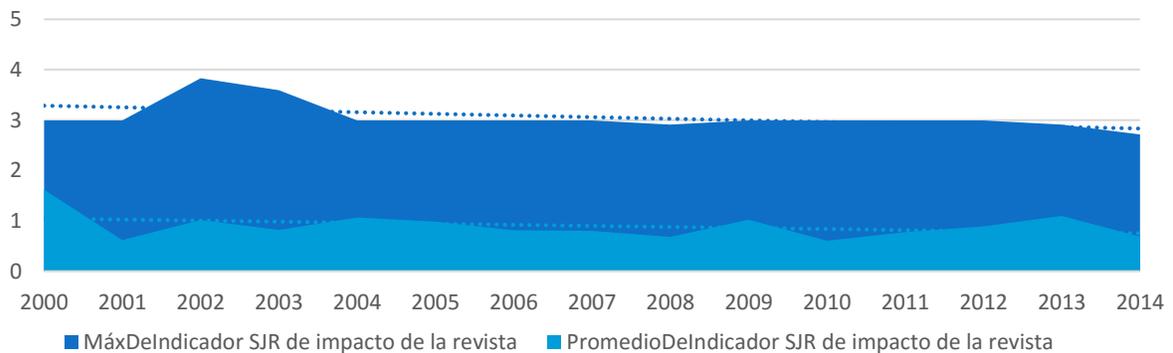
²² Fuente conmutada inteligente (solicitud de patente MX/a/2010/013456) y balastro electrónico inteligente (solicitud de patente MX/a/2012/000451).

punto de tener menos de 10 citas anuales en 2013.



Gráfica 21-Histórico de productos de investigación y citas recibidas

Otro parámetro que se considera en la determinación de la calidad de la investigación es el indicador impacto de la revista. Debido a la gran cantidad de productos de investigación tratados, se tomará el promedio anual de impacto de las revistas donde se publica y el máximo indicador de impacto anual, de modo poder comparar anualmente, estos datos se expresan en la Gráfica 22. Lo primero que resalta en la gráfica es que el producto publicado en la revista de más impacto sucedió en 2002 y en el año 2000 fue el año en donde en promedio se publicación en revistas de más impacto. Adicionalmente existe una tendencia a la baja tanto en el promedio como en el máximo indicador de impacto de las revistas donde se publica.



Gráfica 22-Indicador de impacto de las publicaciones históricas

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Se debe de considerar que líneas de investigación abordadas corresponden a una gran variedad dentro del ámbito de la ingeniería eléctrica, de modo que para determinar cuáles de estas líneas de investigación

se recurrió a las palabras clave de los productos de investigación²³. Al hacer un recuento se encontró que los productos de investigación trataron un total 239 líneas de investigación²⁴, adicionalmente se descubrió que línea de investigación en particular se lleva más del el 16% de toda la producción y más del 32% de las citas recibidas, este tema es el de *Sliding mode control*.

Con el fin de observar la distribución de los temas investigados y su impacto se grafican las líneas de investigación contra el número de citas, es importante aclarar que por fines de presentación se eliminó el punto correspondiente a la línea de *Sliding mode control* debido a que sólo ella tiene 93 apariciones y 1,792 citas, por lo que la gráfica pierde proporción, adicionalmente se hace la aclaración que no se colocaron los nombres de los temas de menos de 2 apariciones y con menos de 50 citas. La Gráfica 23 muestra la relación de las líneas de investigación de los productos de investigación contra las citas recibidas del año 2000 a 2014.

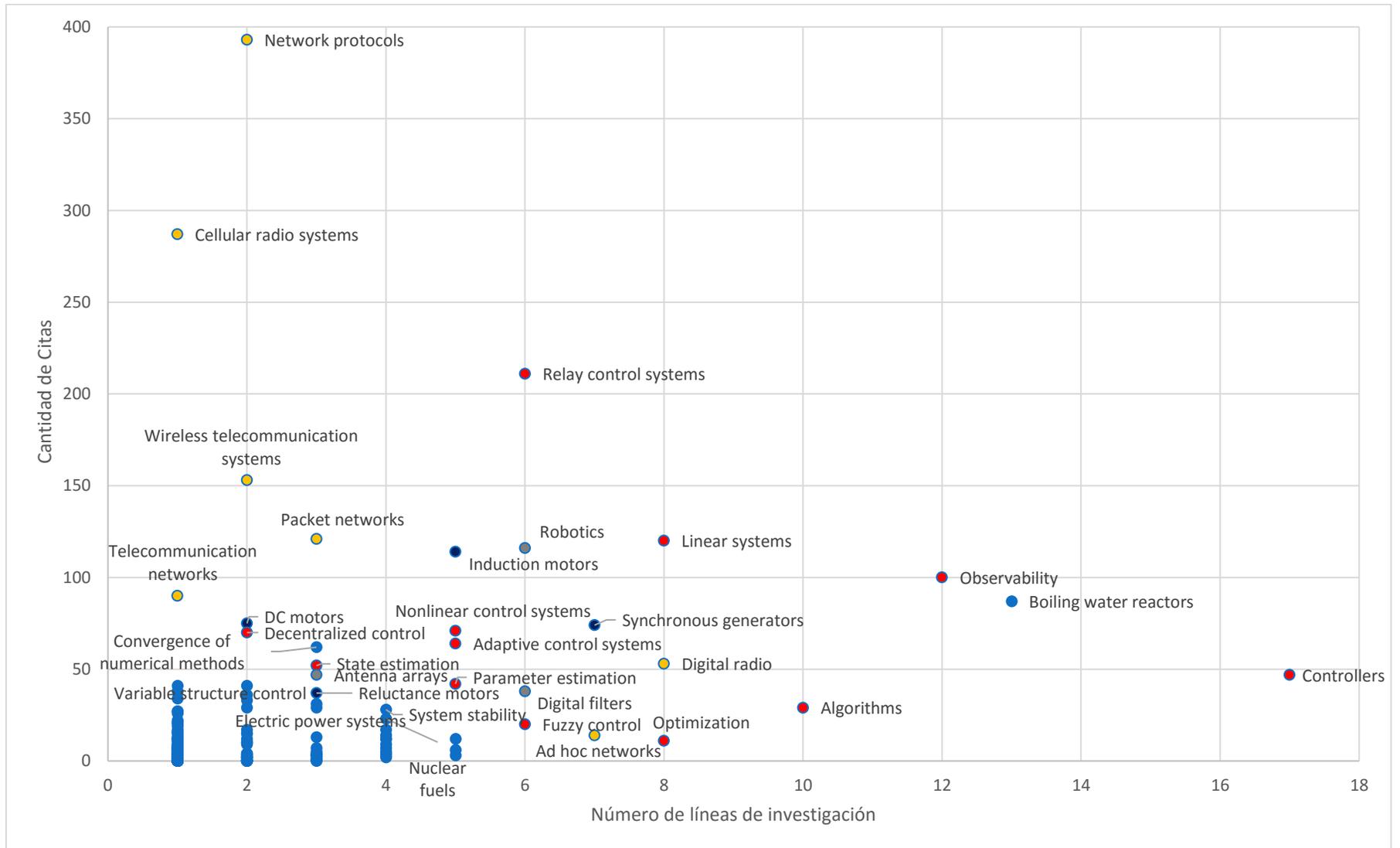
La Gráfica 23 presenta los siguientes aspectos que a destacar:

- Las líneas de investigación asociada al programa de investigación denominado control de sistemas dinámicos (*Sliding mode control-no graficado-, controllers, observability, linear systems, relay control system, no linear control systems, fuzzy control, etc.*) son las estrellas de producción y reconocimiento de la DIE, ya que estos temas se encuentran en su mayoría del lado derecho-superior de la gráfica.
- Las líneas de investigación asociadas a los programas de investigación de redes inalámbricas y sistemas de comunicaciones (*network protocols, celular radio system, Wireless telecommunications systems, packet networks, telecommunications networks, etc.*) a pesar de no contar con una gran cantidad de productos de investigación, tienen la cualidad de ser ampliamente citados.
- Existen líneas de investigación que se encuentran bien posicionados asociados al programa de investigación de control de sistemas dinámicos, pero también pueden agruparse dentro de un programa de investigación está dirigido a las máquinas eléctricas; se tiene dentro de estas líneas de investigación a: *DC Motors, reluctance motors, induction motors y synchronous generators*.
- Existen líneas de investigación que son únicas y representan a un programa de investigación, que se encuentran con relación importante con respecto a las citas que tienen y se deben tomar en cuenta, estos temas son *robotics* (robótica móvil), *antenna arrays* (Antenas en arreglos de

²³ En los servicios de indización existen tres tipos de palabras clave: *Engineering main heading, Engineering controlled terms* y *Engineering uncontrolled terms*. El *Engineering main heading* representa el tema principal de la investigación, siendo vocabulario controlado. Los *Engineering controlled terms* son descriptores acerca del tema del documento de investigación, estos son controlados a través de un diccionario del servicio. Finalmente los *Engineering uncontrolled terms* son términos usados por los autores con el fin de mejorar la búsqueda en ciertos temas, si son utilizados de forma frecuente se pueden incorporar al diccionario de la base de datos del servicio.

²⁴ Para esta investigación se usaron los *Engineering main heading* puesto que al ser únicos por documento de investigación y controlados, pueden ser clasificables.

fase para la banda de súper y extremadamente alta frecuencia) y *digital filters* (procesamiento digital de señales).



Gráfica 23-Líneas de investigación vs cantidad de citas

ANTECEDENTES DE LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONALES

En el mes de abril de 2005 se pone en marcha el programa transdisciplinario en investigación y desarrollo denominado “La Ciudad Universitaria y la Energía”, encabezada por la Facultad de Ingeniería y apoyada por la Facultad de Ciencias, con el fin de diseñar y desarrollar de manera integral infraestructura, tecnología y cultura para transformar el campus universitario en un modelo de utilización inteligente de la energía y en el aula de la enseñanza con el tema: convertir el campus universitario en un modelo de utilización inteligente de las diferentes formas de energía necesarias para la satisfacción de sus necesidades, principalmente de energías renovables disponibles en el campus (Arriola Valdés, Villanueva Moreno, & Álvarez Watkins, 2007).

Este macroproyecto se sustentó en las siguientes seis líneas de investigación:

1. Energía solar (6 proyectos).
2. Energía de biomasa (3 proyectos).
3. Energía del hidrógeno (3 proyectos).
4. Diagnóstico y ahorro de energía (5 proyectos).
5. Utilización y ahorro de energía (5 proyectos).
6. Cultura energética (1 proyecto).

Para la realización de este macroproyecto se contó con la participación de 64 profesores, investigadores y técnicos académicos, así como 43 profesionales externos y 36 becarios y se destinó un presupuesto total de 30 millones de pesos para ejercerse en el periodo de 2005-2007, aunque adicionalmente la fundación México-Estados Unidos para la Ciencia A.C. (FUMEC) captaron fondos de la secretaría de energía para asignar recursos complementarios por un monto de 10 millones de pesos.

Como resultado de esta investigación a finales de 2005, se realizaron 13 seminarios que abarcaron las seis líneas de investigación y un simposio general realizado en la Torre de Ingeniería en marzo de 2006 (Facultad de Ingeniería, 2006).

Escenario tendencial

A continuación se presenta un escenario de referencia basado en pronósticos. En este escenario se supone que continuarán las tendencias actuales y que las proyecciones de los datos tienen una alta probabilidad de ocurrir.

A partir de los datos mostrados se puede decir que la planta académica de la DIE, y específicamente los de carrera, está sufriendo un proceso de envejecimiento y el cual se extenderá en 2030 a un 112% de los valores actuales, es decir que para ese año, el promedio de edad de los académicos de carrera de la DIE será de 62.8 años. Es probable que este envejecimiento se trate de contrarrestar al contratar nuevo personal para la división, sin embargo, esto sólo retrasará este proceso y no será suficiente no bajar el promedio de edad. Esto toma una relevancia ya que el manejo de las crisis de la ciencia normal y la posterior aparición de nuevos paradigmas están ligados a la juventud de los investigadores o a la novatez de los actores en el campo de investigación (Kuhn, 1971).

Estos factores de la edad de los académicos y el ingreso de nuevo personal a la DIE, tendrá dos consecuencias principales, la primera es que permitirá que existan más profesores con apoyos de investigación, tanto internos (PRIIDE) como externos (SNI), aumentando en 118% y 171%, respectivamente para el año 2030; la segunda es que se incrementarán los proyectos institucionales de la DIE, tanto PAPIIT como PAPIME, aumentando para el año 2030 a 14 proyectos por cada uno de estos programas, lo que aumentará la cantidad de académicos participantes en este tipo de proyectos a 124, que representa un aumento del 188% con respecto a los datos actuales. Sin embargo, el tipo de participación que tienen los académicos de la DIE permanecerá constante a como se hace en la actualidad, es decir el aproximadamente el 40% de los académicos de la DIE serán responsables de los proyectos, el 3% será corresponsable y el 57% participante.

A pesar de que en los últimos dos años la cantidad de productos de investigación ha sido menor que el promedio del año 2000 a 2014, la producción de trabajos de investigación para el año 2030 se espera que crezca hasta llegar a 94 documentos anuales, esto tendría que ver con al aumento de la cantidad de académicos de carrera y su mejor posicionamiento en los programas de apoyo a la investigación.

Se debe mencionar que el aumento en cantidad de documentos de investigación anuales no significa que la cantidad de citas anuales aumente, incluso las proyecciones son muy desfavorables, teniendo un número para 2030 cercano a 0 citas anuales. Esto puede deberse a dos situaciones, la primera es que los productos de investigación se enviarán cada vez más a revistas con índices de impacto cada vez menores, teniendo como proyección para 2030, que el promedio del índice de impacto a la que se enviaran los trabajos es de 0.42. Es muy probable que el hecho de que cada vez más se envíen los trabajos de investigación a revistas con un menor índice de impacto será por la garantía de publicación y esto se debe a que los apoyos de investigación requieren un currículum con la mayor cantidad de documentos publicados en revistas arbitradas, lo cual generará un círculo vicioso entre en dónde se publica, cuánto se publica y cuántas citas se reciben.

El segundo factor que influye es que en la actualidad existe un programa de investigación con un gran posicionamiento tanto en la producción como en la cantidad de citas que recibe, este campo es el de *control de sistemas dinámicos*, y en específico la línea de investigación de *control por modos deslizantes* el cual se lleva el 32% de las citas totales que han hecho desde el año 2000. Sin embargo, para el año 2030 es muy probable que el o los académicos que actualmente están desarrollando estos trabajos ya no se encuentren investigando activamente y sin ningún programa de investigación se logra posicionar para ese momento, la cantidad de citas se reducirá dramáticamente.

Es importante recalcar que casi 40% de los temas de investigación que se han desarrollado en la DIE son esfuerzos aislados de investigación ya que no tienen una continuidad en el trabajo y son presentados como trabajos de investigación aislada y la posibilidad de que aumenten crece con el tiempo.

Finalmente, y debido a que estos tipos de investigación sirven a un tipo específico de profesionista que es el ingeniero, es conveniente colocar algunas ideas acerca de lo que se cree que será el ingeniero del futuro (Coates, 2008; Concheiro, 2009) que tendrá las siguientes características:

- Abrirá cada vez más las fronteras de la ingeniería e investigación: Cada vez es más borrosa la frontera entre la investigación aplicada y la básica, donde la investigación aplicada es verdaderamente fundamental en la generación de conocimiento, pero dirigida hacia una meta, esto afecta a la profesión del ingeniero ya que habrá más especialidades de ingeniería donde confluyan dos o más campos, por ejemplo bio-geo ingeniería o nano-ingeniería.
- Construcción de equipos transdisciplinarios: ya que la especialización es cada vez mayor, la composición del equipo se convertirá en una nueva consideración crucial.
- El problema de la ética: Se cree, que la lealtad del ingeniero pertenece a los empleadores, por lo que será así necesario que los ingenieros del futuro tengan mayores conocimientos sobre el contexto social en el que operan para que tomen mejores decisiones.
- Mayor rol de las ciencias sociales: podemos esperar que los científicos sociales se conviertan más frecuentemente en compañeros de equipo y puedan influir en las funciones de ingeniería.
- Aspiración a ser el Llanero Solitario (Lone Ranger): El genio trabajando sólo en su propio proyecto financiado y de elección. Cada vez se verá como el modelo a seguir por los ingenieros más talentosos.
- Formación curricular: Debido al inminente avance en las tecnologías de la información y comunicaciones es probable que estos temas se encuentren dentro del campo curricular de todos los ingenieros, además de temas como biotecnología o nanotecnología.
- Las nuevas 3Rs: nuestra preocupación por el medio ambiente y la sostenibilidad se acelerará el uso de la 3Rs- reciclado, regeneración y remanufactura. Estos a su vez obligará a los ingenieros a adoptar un nuevo paradigma de diseño de una vida más larga, servicio reducido y reparaciones.

Identificación de objetivos

El sistema de innovación de un país está compuesto por elementos y las relaciones que interactuarán en la producción, difusión y uso de un conocimiento nuevo y económicamente útil, tiene cinco funciones principales (Andersen & Borup, 2009)

1. Crear y difundir nuevo conocimiento.
2. Guiar la dirección del proceso de búsqueda entre los usuarios y proveedores de conocimiento (es decir, influenciar la dirección en que los actores emplean sus recursos)
3. Proveer recursos, incluyendo capital, competencia y otros recursos.
4. Crear economías externas positivas a través del intercambio de información, conocimiento y visión.
5. Facilitar la formación de mercados.

Por lo tanto, la construcción de los objetivos de los programas de investigación tiene estar ligada al sistema de innovación. La búsqueda de objetivos a del sistema de innovación se hizo a través de las sus tres áreas de gobernanza (Schoen et al., 2011), las cuales son las siguientes:

- *Ámbito de la orientación estratégica de la investigación (a cargo de la política):* A cargo de las autoridades gubernamentales que se ocupa de la elaboración de la visión del futuro del sistema, la puesta en marcha de los instrumentos y reglamentos, los objetivos generales y el presupuesto.
- *Ámbito de la programación de la investigación (programación entre el gobierno y los actores ejecutores de la investigación):* se refiere a (1) la traducción de los objetivos del gobierno de las prioridades científicas específicas y (2) la aplicación de los procesos del financiamiento para asignar recursos a los actores de la investigación a nivel institucional, de investigación en grupo o individual.
- *Ámbito de realización de la investigación:* es la función de la producción de la investigación y la innovación, a cargo de profesionales, universidades y empresas, que producen, difunden y transfieren conocimientos.

ÁMBITO DE LA ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA DE LA INVESTIGACIÓN

Para este ámbito se busca dentro del Plan Nacional de Desarrollo (Gobierno Federal, 2013), el cual está compuesto por cinco metas nacionales:

1. Un México en Paz.
2. Un México Incluyente.
3. México con Educación de Calidad.
4. México Próspero.
5. Un México con Responsabilidad Global.

Y tres estrategias transversales

Estrategias Transversales para el desarrollo nacional.

- I. Democratizar la Productividad.
- II. Gobierno Cercano y Moderno.
- III. Perspectiva de Género.

Es en la meta de *México Próspero* donde se encuentran los objetivos trazados para la investigación en este ámbito de gobernanza, las cuales son:

- *Desarrollo sustentable*: propiciar el crecimiento y el desarrollo económicos, a la vez asegurar que los recursos naturales continúen proporcionando los servicios ambientales de los cuales depende nuestro bienestar.
- *Acceso a servicios de telecomunicaciones*: El acceso a los servicios de telecomunicaciones a un precio competitivo y con la calidad suficiente es hoy un prerequisite para que los individuos y las empresas sean competitivos y aprovechen al máximo el potencial de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.
- *Energía*: satisfacer las necesidades energéticas del país, identificando de manera anticipada los requerimientos asociados al crecimiento económico y extendiéndolos a todos los mexicanos, además de los beneficios que derivan del acceso y consumo de la energía. Se pondrá especial atención a las tecnologías de generación de energía que utilicen fuentes renovables.
- *Minería*: debido a que es uno de los sectores más dinámicos de la economía mexicana.

ÁMBITO DE LA PROGRAMACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Para este ámbito se buscó dentro del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (CONACyT, 2014b) el cual tiene como propósito lograr que la sociedad mexicana se apropie del conocimiento científico y tecnológico y lo utilice para ser más innovadora y productiva.

En este plan se ubicaron temas prioritarios dentro de los que se encuentran los problemas específicos de solución considerada estratégica para el país, para los cuales la investigación y la innovación deben funcionar como instrumentos para su solución. Estos temas son los siguientes:

ÁREA	OPORTUNIDADES ESTRATÉGICAS
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión integral del agua, seguridad hídrica y derecho al agua. • Mitigación y adaptación al cambio climático. • Resiliencia frente a desastres naturales y tecnológicos. • Aprovechamiento y protección de ecosistemas y de la biodiversidad.
Desarrollo sustentable	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentos y su producción. • Ciudades y desarrollo urbano. • Estudios de política pública y de prospectiva.
Desarrollo tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de la biotecnología. • Desarrollo de materiales avanzados. • Desarrollo de nanomateriales y de nanotecnología. • Conectividad informática y desarrollo de las tecnologías de la información, la comunicación y las telecomunicaciones. • Manufactura de alta tecnología.
Energía	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo sustentable de energía. • Desarrollo y aprovechamiento de energías renovables y limpias.
Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Conducta humana y prevención de adicciones. • Enfermedades emergentes y de importancia nacional.
Sociedad	<ul style="list-style-type: none"> • Combate a la pobreza y seguridad alimentaria. • Sociedad y economía digital. • Migraciones y asentamientos humanos. • Prevención de riesgos naturales.

Tabla 9-Oportunidades estratégicas del Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación

ÁMBITO DE REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En este ámbito se buscó dentro del Plan de Desarrollo de la UNAM (UNAM, 2012) y a través de entrevistas a los investigadores del área. Dentro del Plan de Desarrollo de la UNAM sólo define una serie de problemas prioritarios a resolver del país y los cuales deben ser relacionados con la investigación y el desarrollo tecnológico, los cuales son:

- Migración
- Energía
- Políticas ambientales
- Diabetes
- Vivienda popular
- Adicciones
- Vulnerabilidad
- Educación
- Desarrollo Regional

En las entrevistas existe un apartado llamado “*Futuro deseo de investigación*”, en el cual se le preguntó a los académicos ¿Cuáles son los problemas en donde se están concentrando los esfuerzos en el campo de la electrónica en el año 2030?, para lo cual las respuestas fueron variadas, sin embargo, existieron 2 temas que más del 90% de los entrevistados mencionaron:

- Microtecnología y nano tecnología
- Optimación de la energía.

FINES BUSCADOS

Con lo anterior se pueden rastrear los objetivos comunes de los ámbitos de gobernanza del sistema de investigación, los cuales se presentan en la Tabla 10.

ÁMBITO DE LA ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA DE LA INVESTIGACIÓN	ÁMBITO DE LA PROGRAMACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	ÁMBITO DE REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Desarrollo tecnológico (Acceso a servicios de telecomunicaciones)	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de la biotecnología. • Desarrollo de materiales avanzados. • Desarrollo de nanomateriales y de nanotecnología. • Conectividad informática y desarrollo de las tecnologías de la información, la comunicación y las telecomunicaciones. • Manufactura de alta tecnología. 	<ul style="list-style-type: none"> • Microtecnología. • Nanotecnología.
Energía	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo sustentable de energía. • Desarrollo y aprovechamiento de energías renovables y limpias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimación de la energía.

Tabla 10-objetivos de los ámbitos de gobernanza

CAPÍTULO 3. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE INVESTIGACIÓN DE ACUERDO CON LOS FINES

Generación de las alternativas de investigación

Para poder identificar los programas de investigación se recurre al análisis TOWS, por lo que en las tablas siguientes se hace el análisis externo e interno del sistema de investigación de la Facultad de Ingeniería de acuerdo al diagnóstico previo.

CLAVE	FORTALEZAS
F ₁	El programa de investigación en control de sistemas dinámicos tiene una posición referente en la investigación internacional, además de tener una línea estrella de investigación: control por modos deslizantes.
F ₂	Hay programas de investigación emergentes que tienen la cualidad de ser ampliamente citados sin tener tantos documentos.
F ₃	Se cuenta con un laboratorio de punta área de MEMS.
F ₄	Existen grupos definidos y consolidados de investigación en la DIE en áreas específicas.
F ₅	Aumentaron los académicos con PRIDE y SNI, tanto en cantidad como en clasificación.
F ₆	Existencia de un programa de investigación institucional con líneas definidas de investigación acerca de la energía.

Tabla 11-Análisis interno del sistema de investigación de la FI (Fortalezas)

CLAVE	DEBILIDADES
D ₁	La cantidad de trabajos citados ha disminuido críticamente en los últimos 7 años.
D ₂	La mayoría de los trabajos de investigación son trabajos teóricos.
D ₃	Esfuerzos aislados de investigación que no llevan a una línea de investigación definida.
D ₄	El factor de impacto de las revistas donde se publica ha disminuido en promedio.
D ₅	La mayor parte de las citas totales están suscritas a una sola línea de investigación
D ₆	Existen muy pocas patentes en el área de electrónica.

Tabla 12-Análisis interno del sistema de investigación de la FI (Debilidades)

CLAVE	OPORTUNIDADES
O ₁	Existe una relación fuerte mediante el programa de posgrado con otras facultades, institutos y escuelas que generan investigación.
O ₂	Generación de equipos más transdisciplinarios.
O ₃	Las telecomunicaciones se hacen cada vez más indispensables.
O ₄	Las energías renovables cobran fuerza.
O ₅	Se busca la miniaturización de dispositivos.

Tabla 13-Análisis externo del sistema de investigación de la FI (Oportunidades)

CLAVE	AMENAZAS
A ₁	La renovación de la planta académica de carrera de la DIE no será suficiente para contrarrestar el proceso de envejecimiento natural.
A ₂	Generación de barreras de entrada más amplias para los programas de apoyo a la investigación.
A ₃	Riesgo de que no crease una línea de investigación o programa de investigación con un posicionamiento alto.
A ₄	Aspiración al trabajo en solitario.

CLAVE**AMENAZAS**

A₅	El SNI califica la cantidad más que la calidad de los trabajos.
----------------------	---

Tabla 14-Análisis externo del sistema de investigación de la FI (Amenazas)

ANÁLISIS SITUACIONAL

Con los datos de las tablas anteriores se realizó el análisis situacional del sistema de investigación y se obtuvo la matriz TOWS que se muestra en la

MATRIZ TOWS		DEBILIDADES						FORTALEZAS					
		D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	E1	E2	E3	E4	E5	E6
AMENAZAS	A ₁	E3	E4		E1, E3	E1, E6	E4, E6		E7	E1	E3	E5, E7	
	A ₂	E3	E4, E6		E5, E7	E1, E5, E7	E4	E3	E5, E7	E1			E4
	A ₃	E1, E5	E1	E6			E1		E1, E4	E1	E1		
	A ₄		E6		E1, E3			E6	E7	E6	E1		
	A ₅		E1		E5, E7		E1, E6	E3		E3	E3		
OPORTUNIDADES	O ₁	E3, E5	E4, E1		E1, E3, E5	E5, E7	E3	E4	E2	E1			
	O ₂		E6	E6, E7	E3, E6	E2, E6	E4, E6		E3, E2	E1		E3	E3
	O ₃	E5, E7	E1	E6	E5, E7	E1, E5, E7	E5	E1	E5, E7	E1	E1		
	O ₄		E4				E4	E4	E3			E3	E4
	O ₅	E1	E1		E1	E1	E1	E1	E1	E1	E1		

Ilustración 6-Matriz TOWS del sistema de investigación de la FI

ALTERNATIVAS DE INVESTIGACIÓN ESTRATÉGICAS

Con esta agrupación se obtuvieron los siguientes programas de investigación estratégicos:

CLAVE	PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN ESTRATÉGICOS	TIPO
E₁	Arreglos de fase	Ofensiva
E₂	Procesamiento digital de señales	Ofensiva
E₃	Control de sistemas dinámicos	Defensiva
E₄	Máquinas eléctricas	Supervivencia
E₅	Redes inalámbricas	Adaptativa
E₆	Robótica	Adaptativa
E₇	Sistemas de comunicaciones	Adaptativa

Tabla 15-Programas estratégicos de investigación para la FI en el campo de la electrónica

Evaluación de las alternativas de investigación

Para poder hacer la evaluación de las alternativas de investigación se tienen que considerar por un lado los objetivos que persigue el sistema de innovación, a través de sus tres áreas de gobernanza, y por otro lado la prioridad con la que Facultad de Ingeniería debería apoyar a los programas de investigación.

De este modo, se recurre a la matriz importancia-urgencia (Covey, 2008; Sánchez Guerrero, 2003) donde la importancia de un programa de investigación radica en la cercanía que tiene con respecto a los objetivos planteados y su urgencia se ve traducida como el tipo de estrategia definido en la matriz TOWS.

De acuerdo con lo anterior, la importancia y la urgencia se evalúan de acuerdo a las siguientes tablas:

Evaluación de la importancia		Alternativas de investigación estratégicas						
Área de gobernanza	Peso	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Orientación estratégica de la investigación	5	0	0	0	0	1	0	1
Programación de la investigación	3	1	1	1	1	1	1	1
Realización de la investigación	2	1	0	1	0	0	0	0
		5	3	5	3	8	3	8

Tabla 16-Evaluación de la importancia

Evaluación de la urgencia		Alternativas de investigación estratégicas						
Tipo de estrategia	Peso	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Adaptativa	1	0	0	0	0	1	1	1
Defensivas	2	0	0	1	0	0	0	0
Supervivencia	3	0	0	0	1	0	0	0
Ofensivas	4	1	1	0	0	0	0	0
		4	4	2	3	1	1	1

Tabla 17-Evaluación de la urgencia

Con la respectiva evaluación de la importancia y urgencia de los programas de investigación se obtiene la Gráfica 24.



Gráfica 24-Matriz urgencia - importancia para los programas de investigación de la FI

Esta gráfica muestra el tipo de implementación con la que la Facultad de Ingeniería pudiera apoyar a estos programas.

1. Programas de investigación prioritarios.
 - Arreglos de fase.
2. Programas de investigación secundarios.
 - Control de sistemas dinámicos.
 - Redes inalámbricas.
 - Sistemas de comunicaciones.
3. Programas de investigación terciarios
 - Procesamiento digital de señales.
 - Máquinas eléctricas.

Los programas de investigación convenientes

A continuación se describen los programas de investigación que la Facultad de Ingeniería pudiera y le conviene seguir en un periodo de 25 años, los programas se presentan en orden de prioridad.

ANTENAS EN ARREGLOS DE FASE

Las antenas en arreglo de fase una red de antenas en donde cada una puede ser manejada de forma independiente, lo que permite la recepción y transmisión de forma también independiente. Estos arreglos presentan ciertas ventajas sobre las antenas convencionales, por ejemplo: control del patrón de radiación, exploración de diferentes ángulos y detención de diferentes objetivos de forma simultánea.

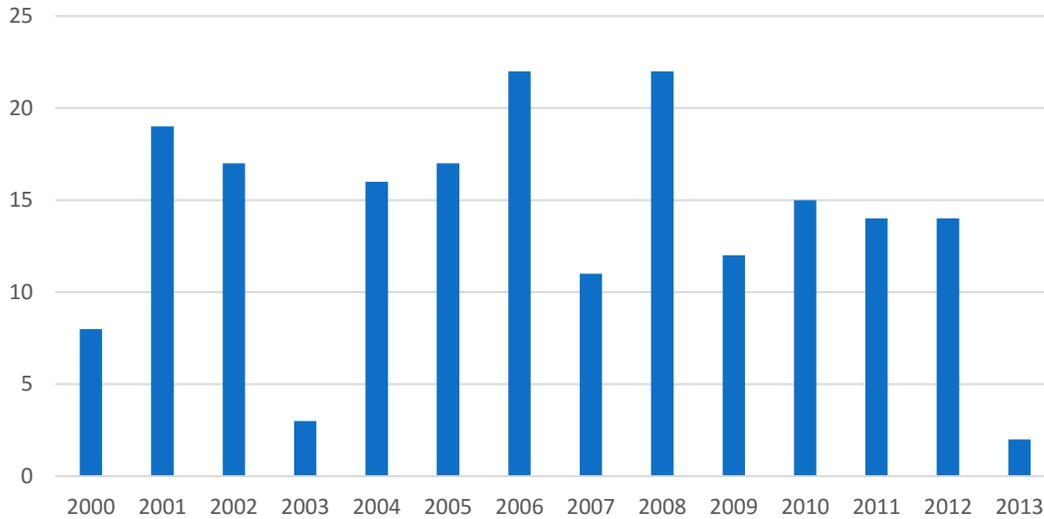
Estas antenas se encuentran sobre misma superficie y debido a que cada una de ellas se mueve de manera independiente, esto se hace a través de conmutación electrónica.

Este programa de investigación presenta, entre otras, las siguientes líneas de investigación:

- Superficies selectivas de frecuencia
- Desplazadores de fase
- Tecnologías de circuitos integrados de microondas
- RF MEMS

Los motivos principales de su elección es que este programa une a las telecomunicaciones con la tecnología de MEMS, los cuales son una colección de microsensores y microactuadores que tienen la capacidad de sensar y reaccionar al ambiente en donde se encuentran por medio de microcontroladores. Esto permite la utilización de la infraestructura en telecomunicaciones y el laboratorio de punta de MEMS, además de seguir los objetivos trazados en los diferentes niveles de gobernanza del sistema de innovación.

En este programa de investigación se formado un grupo de trabajo consistente, lo cual se observa en los proyectos PAPIIT que han obtenido, y una producción anual constante.



Gráfica 25-Producción histórica del programa de antenas en arreglos de fase

CONTROL DE SISTEMAS DINÁMICOS

Este programa de investigación trata acerca de las teorías y dispositivos para dirigir o regular el comportamiento de otro sistema con el fin de obtener resultados deseados o eliminar las probabilidades de fallos.

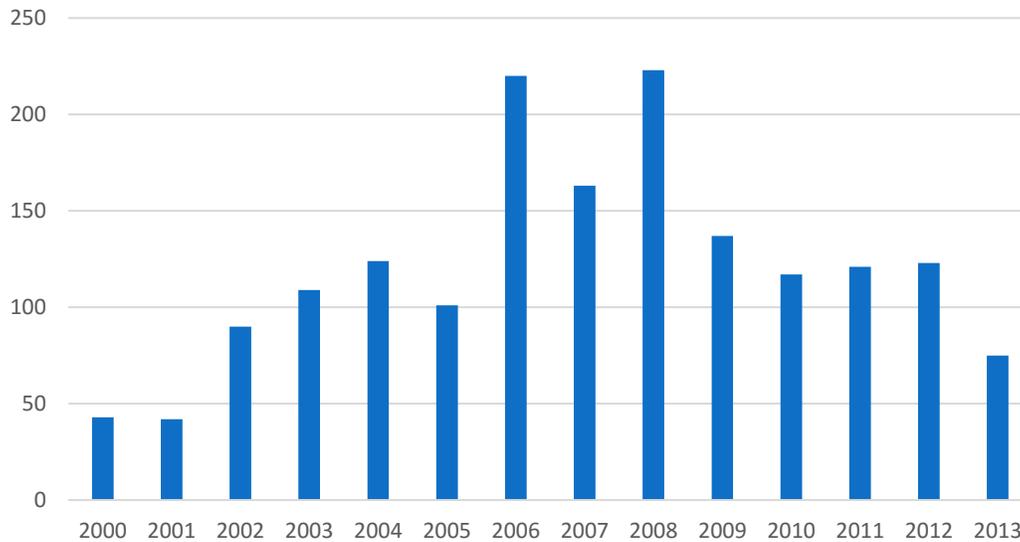
Entre las líneas de investigación de este programa se encuentran:

- Control de sistemas no lineales
- Control de sistemas eléctricos de potencia
- Control por modos deslizantes
- Control automático y en tiempo real

Este programa es el referente de investigación que se tiene en la DIE, y probablemente en la FI, debido a que tiene la línea de investigación más productiva en los últimos años, control por modos deslizantes, y varios grupos de trabajo enfocados a diversas áreas. Esto le permite tener la mayor producción de la DIE e incluso ser arbitro de en distintas revistas especializadas.

Los trabajos que se suelen hacer en este programa generalmente son teóricos, sin embargo, son altamente adaptables y transferibles a otras áreas, desde la robótica hasta los sistemas biomédicos, tanto para la generación de sensores y actuadores en diferentes sistemas.

Un aspecto a destacar es que un grupo de trabajo está enfocado a resolver el problema de la calidad de la energía, por lo que a partir de estos trabajos pueden surgir otros más enfocados a las energías limpias.



Gráfica 26-Producción histórica del programa de control de sistemas dinámicos

REDES INALÁMBRICAS Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES

Estos dos programas de investigación se encuentran íntimamente ligados, ya que las redes de inalámbricas es un sistema embebido dentro del programa de investigación de sistemas de comunicaciones, pero trata temas específicos y tiene un posicionamiento relevante dentro del sistema de investigación de la Facultad de Ingeniería.

Las redes inalámbricas tratan acerca de la conexión de nodos por medio de ondas electromagnéticas, sin necesidad de una red cableada. Las líneas de investigación dentro de este programa son:

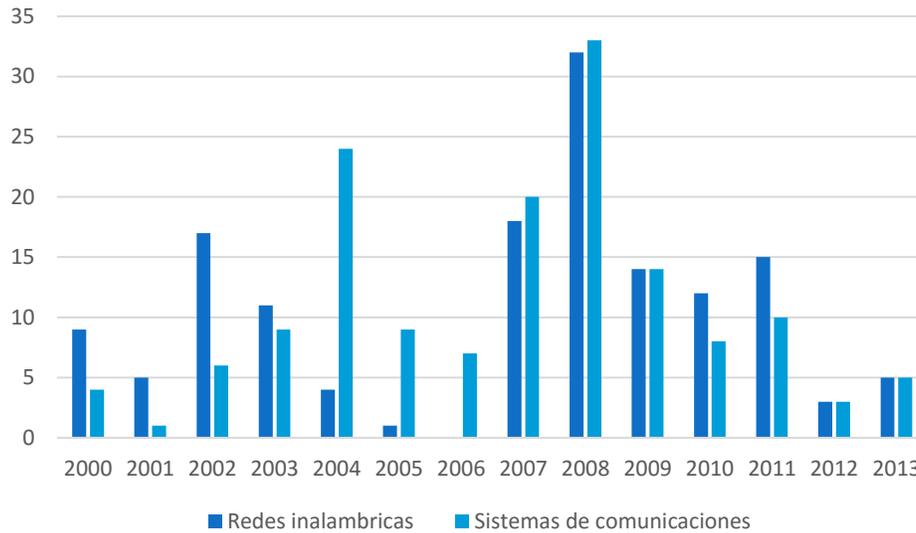
- Redes de sensores
- Wifi
- Wlan
- Redes Tipo Mesh
- Redes inalámbricas de banda ancha

Mientras que las líneas de investigación del programa de sistemas de comunicaciones son:

- Comunicaciones ópticas
- Fibras ópticas
- Procesos estocásticos
- Percepción remota
- Radiofrecuencia
- Ingeniería satelital
- Dispositivos ópticos
- Teoría de la información

Ambos programas tienen una producción científica similar, Gráfica 27, y tienen la calidad de que son ampliamente citados. Debido a que la mayoría de los trabajos de investigación en estos programas son generalmente teóricos, por lo que puede hacerse un cambio de enfoque hacia la ingeniería aplicada.

Una gran fuerza que tienen estos programas es que se encuentran en los niveles prioritarios del sistema de innovación.

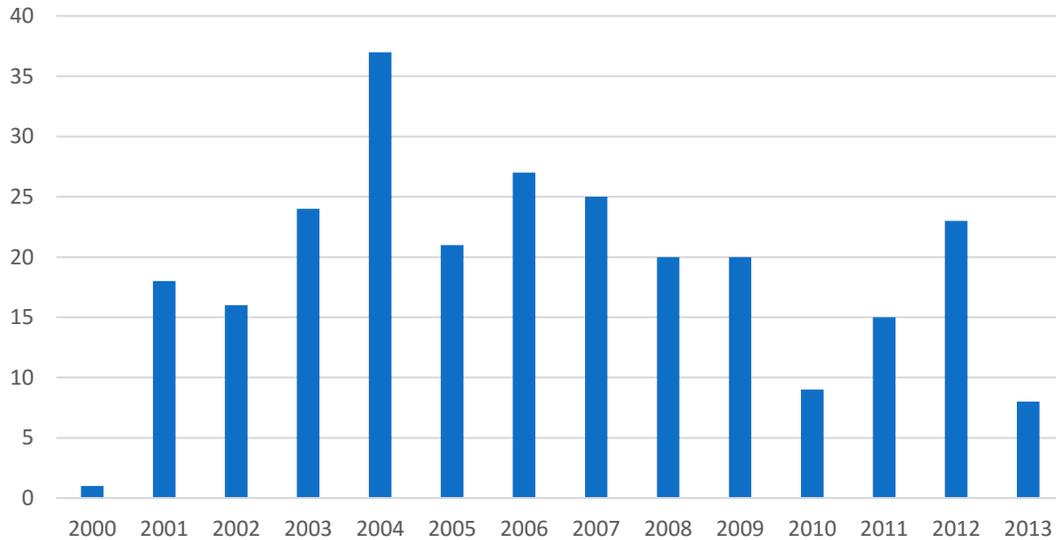


Gráfica 27-Producción histórica de los programas de redes inalámbricas y sistemas de comunicaciones

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES

Este programa investiga acerca de las teorías y formas de manipulación de una señal de información para modificarla o mejorarla en algún sentido. Esta manipulación generalmente requiere de un sistema basado en un procesador o microprocesador y un software optimizados para operaciones numéricas a muy alta velocidad. Entre las líneas de investigación que sigue el programa están:

- Seguridad y calidad de la información en los sistemas de transmisión
- Filtrado digital
- Cancelación de ruido
- Procesamiento digital de imágenes
- Sistemas de procesamiento y transmisión de la información
- Aplicación de DSP a control e instrumentación



Gráfica 28-Producción histórica del programa de investigación en procesamiento digital de señales

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Este programa de investigación es un derivado del programa de investigación de control de sistemas dinámicos, en donde se han probado diversas teorías de control para hacer eficientes estas máquinas. Sin embargo, han sido tantas las aplicaciones que se han hecho, que se debe de considerar como un programa de investigación independiente.

A través de este programa se puede crear tecnología especializada en sensores y controladores, además de integrar a otros programas, como la electrónica de potencia o la energía.

CONCLUSIONES

En este trabajo se determinaron 6 programas de investigación para el área de la electrónica en la Facultad de Ingeniería que deberían seguirse en los próximos 25 años:

1. Programa de investigación en antenas en arreglo de fase: adicionalmente con que cuentan con un grupo de trabajo consistente, que ha hecho publicaciones recurrentes y que tienen una infraestructura de punta, este programa se encuentra alineado con los objetivos de investigación, telecomunicaciones y MEMs, que ha trazado el sistema de innovación en sus distintos niveles y cual se puede tomar como un impulso fundamental en el apoyo a las distintas investigaciones que puedan surgir, las cuales se pueden dirigir a los microsensores y microactuadores.
2. Programa de investigación en control de sistemas dinámicos: este programa es, por ponerlo de una forma coloquial, la joya de la corona en la investigación en la DIE, y quizá en la Facultad de Ingeniería. Tiene tanto la línea de investigación más productiva de la DIE y grupos de trabajo bien posicionados. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones que se han realizado son de carácter teórico, por lo que se pueden transferir a otras a través de la electrónica tanto en la implementación de los controles vía microprocesadores y la generación de sensores. Esto puede tener una aplicabilidad en áreas que van desde la robótica hasta la biomedicina.
3. Programa de investigación en sistemas de telecomunicaciones y programa de investigación en redes inalámbricas: en un sentido estricto, se trata de un solo programa de investigación en sistemas de telecomunicaciones, sin embargo, debido a la cantidad de productos de investigación y su relevancia se separaron en dos programas que se encuentran ampliamente ligados y están alineados a un objetivo importante dentro del sistema de innovación, las telecomunicaciones, de modo que se espera tener un impulso importante para futuras investigaciones; adicionalmente cuenta con una infraestructura importante para sus investigaciones. Mientras que en programa de sistemas de telecomunicaciones la electrónica se puede dirigir a las fibras ópticas, la radiofrecuencia e ingeniería satelital, en el programa de redes inalámbricas se puede dirigir la investigación hacia las redes de sensores e implementación de sistemas WiFi o WLAN.
4. Programa de investigación en máquinas eléctricas: es un apéndice del programa de control de sistemas dinámicos en donde se han probado diversas teorías de control, pero debido a la cantidad de trabajos y la orientación que se le puede dar con respecto a la eficiencia energética, se colocó como un programa de investigación independiente. Debido a la relación que tiene con el programa de investigación en control de sistemas dinámicos, hereda las mismas cualidades. Este programa puede ser dirigido a impulsar áreas que tenido un debacle en la producción de conocimiento en los últimos años como la electrónica de potencia y la potencia eléctrica.
5. Programa de investigación en procesamiento digital de imágenes. Al igual que los demás programas de investigación, este programa cuenta con una producción notable que está orientada a la implementación de diversas técnicas de reconocimiento de patrones, pero una

de las líneas a las que se puede orientar este programa en la electrónica es el diseño de DSPs (Digital Signal Processor) e instrumentación, que son ampliamente utilizados en el sector de las telecomunicaciones.

- Un punto importante es el por qué se determinaron programas de investigación en vez de líneas de investigación, a pesar de que la Facultad de Ingeniería a través de sus distintos planes de desarrollo ha buscado líneas de investigación. La diferencia entre estas dos características radica más allá del hecho de que un programa de investigación es la agrupación de varias líneas de investigación.
- En un sentido más estricto, una línea de investigación está sujeta a un paradigma que provee los suficientes problemas para hacer crecer el mismo paradigma y provee de un mecanismo para el cambio de paradigma. De esta forma las investigaciones que se pueden hacer sobre una línea de investigación son finitas, además de que se puede caer dentro de paradigmas que se encuentren en su última fase de vida. Esto conllevaría problemas con los investigadores, ya si se encuentran en esta situación difícilmente cambiarán de paradigma y línea de investigación; además de que toda la infraestructura que se haya creado para la línea de investigación puede resultar obsoleta.
- Para evitar este tipo de problemas se definen los programas de investigación, los cuales son conjuntos de paradigmas afines que tienen supuestos y conceptos compartidos, además de ser estructuralmente más fuertes y poseer mecanismos que indican los problemas a investigar. Esto ayuda a los investigadores a poder saltar entre líneas de investigación sin tener que cambiar radicalmente los conceptos y supuestos aprendidos durante su etapa de formación, además de poder usar la misma infraestructura para distintas líneas de investigación.
- Otro punto importante a destacar es que la electrónica más que ser un programa de investigación latente dentro de la Facultad de Ingeniería, es una línea de investigación presente dentro de varios programas y que puede funcionar como vehículo de transición entre la investigación teórica y la investigación aplicada. Esto cobra relevancia debido a que la mayoría de las investigaciones hechas dentro de la FI son investigaciones teóricas, por lo que el espectro para poder generar aplicaciones y productos de investigación en el área de la electrónica es amplio.
- Con respecto al proceso de planeación se hacen las anotaciones siguientes:
- En la fase de la problemática se identificó que uno de los principales problemas que tiene la investigación en general dentro de la Facultad de Ingeniería es que existe una separación grande entre la docencia y la investigación, de modo que existe una norma cultural no escrita entre la mayoría de académicos, que creen que la principal, y única función, que tiene la Facultad de Ingeniería es el formar recursos humanos capacitados, haciendo de lado las funciones de investigar y difundir la cultura. Además se descubrió que la Facultad de Ingeniería nunca definió programas de investigación ni líneas de investigación. Se iniciaron planes y programas de estudios de licenciaturas conforme surgían las necesidades del sector productivo. Con el tiempo surgieron las actividades de investigación en su división de estudios superiores, con las primeras maestrías y doctorados; de ahí se derivó el Instituto de Ingeniería. Pero incluso en el Instituto

de Ingeniería, se siguieron trabajos de investigación sin haberse definido programas o líneas de investigación. También como fueron surgiendo las necesidades se fueron incorporando diversas áreas.

- En la fase diagnóstico, en la parte de la construcción de escenario histórico se encontró con que la mayor dificultad radica en el obtener información actualizada, tanto de las investigaciones que realizan los académicos como las evaluaciones.
- En la fase de identificación de las alternativas, se hace notar que se realizó a través de una técnica heurística, por lo que los pesos y la evaluación de cada uno de los programas de investigación propuestos pueden cambiar, lo que conllevaría a un orden de implementación diferente para cada uno de los programas de investigación propuestos.

ANEXO A. SISTEMAS

Un sistema es un conjunto de elementos interconexos que forman una integridad para alcanzar un conjunto de objetivos.

Construcción de sistemas

Existen dos formas básicas de construir el sistema por composición y por descomposición (Gelman & Negroe, 1982):

La construcción por composición tiene dos etapas, en la primera se concibe que un conjunto de elementos están organizados e interconectados de cierta forma que son gobernados por leyes comunes, en la segunda etapa se trata de deducir las propiedades del sistema mediante el estudio de sus componentes básicos, su comportamiento y sus relaciones.

La construcción por descomposición consiste en desmembrar a un sistema en subsistemas, cuyas funciones y propiedades aseguren las del sistema en su conjunto. La construcción se realiza tomando en cuenta la estructura externa e interna del sistema a consideración. La estructura externa se establece por medio de papel que el sistema juega en su supra sistema, al definir los objetivos y las funciones totales y determinar otros sistemas del mismo nivel. La estructura interna del sistema se obtiene al considerar un sistema como un agregado de subsistemas interconectados, de tal forma que asegure su funcionamiento.

La construcción por descomposición es la que se acerca más al pensamiento sistémico, es decir, que parte del sistema hacia sus componentes, lo que da un enfoque más integral. Las fases para crear un sistema de este tipo se describen a continuación.

Método de la desagregación funcional

Para realización de este método se considera tres concepciones básicas que ven al sistema desde distintas facetas: la concepción estructural explica el porqué de ciertas propiedades del objeto, la funcional ayuda a entender cómo opera el sistema y la de caja negra aclara es para qué se usa el sistema (Fuentes Zenón, 1990), se describe a continuación cada una de las estructuras básicas.

LA CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL.

Para conocer el sistema y explicar sus propiedades se tienen que...

- a) identificar las partes o componentes del sistema objeto;
- b) conocer las características de las partes;
- c) establecer el patrón de relaciones entre las partes;

Con la información anterior se deducen las propiedades y comportamiento del sistema total.

LA CONCEPCIÓN DE CAJA NEGRA.

El sistema es visto como una entidad que recibe insumos y los transforma en un producto, en esta representación es llamada de caja negra porque en su análisis no se establece cómo se lleva a cabo el proceso de transformación.



Ilustración 7-Concepción de caja negra²⁵

LA CONCEPCIÓN FUNCIONAL

El sistema se ve como un proceso, es decir, el conjunto de actividades requeridas para cumplir con una función o un propósito.

Para indicar flujos de información y/o materiales o dependencia lógica se colocan enlaces entre las actividades o al exterior del sistema.

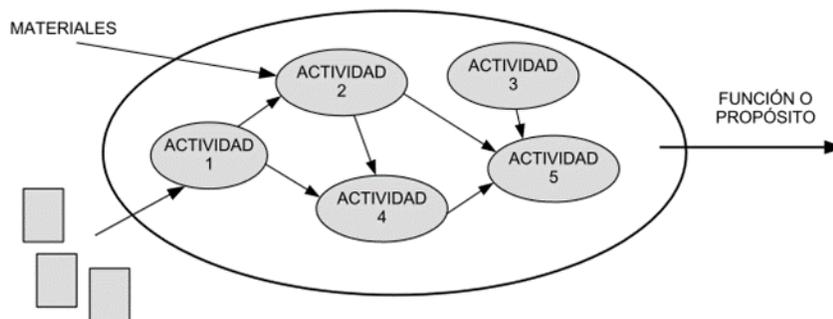


Ilustración 8-Concepción funcional²⁵

PROCEDIMIENTO DE DESAGREGACIÓN FUNCIONAL

El procedimiento de desagregación funcional (Fuentes Zenón, 1990; Sánchez Guerrero, 2003) consiste de tres etapas:

PRIMERA ETAPA (basada principalmente en la concepción de caja negra)

- Descripción de la problemática que se enfrenta.
- Definir cuál o cuáles de las funciones, de entre las que se le atribuyen al sistema objeto, se relacionan con el problema planteado.

²⁵ Tomado de (Fuentes Zenón, 1990)

- Establecer la o las visiones del mundo desde las cuales debe ser analizado el problema, para lo cual se preguntará: ¿cuál es la razón por la que se considera importante el cumplimiento de cada función?

SEGUNDA ETAPA (basada principalmente en la concepción funcional)

- Definir el sistema de actividades que se requiere para cumplir la función atribuida al sistema objeto, teniendo presente la visión del mundo adoptada.
- Establecer las interconexiones entre actividades y con el exterior del sistema.
- Desarrollar el sistema de actividades en subsistemas hasta alcanzar el nivel de detalle requerido.
- En el caso de que se tengan varias funciones y/o visiones del mundo, se recomienda elaborar un sistema de actividades distinto para cada una de ellas.

TERCERA ETAPA (basada principalmente en la concepción estructural)

- Una vez que se han formulado los sistemas y subsistemas de actividades, estos modelos se usarán como base para definir qué propiedades y qué elementos deben ser observados y estudiados para explicar el comportamiento del sistema.

ANEXO B. EL PROCESO DE PLANEACIÓN PARA LA PREVISIÓN TECNOLÓGICA

Los procesos de estrategia y de establecimiento de prioridades en la investigación ha sido un tema recurrentemente tratado por las por las comunidades de investigación, ya que a menudo se relaciona con el objetivo político de aumentar la competitividad económica a través de la innovación tecnológica y social (Andersen & Borup, 2009; Georghiou & Cassingena Harper, 2011). Para esto se han hecho ejercicios de previsión tecnológica, cual se puede definir como el proceso de, sistemáticamente, tratar de mirar en el futuro de largo plazo de la ciencia, tecnología, la economía y lo sociedad con el propósito de identificar las áreas de investigación estratégicas y las tecnologías emergentes genéricas que tienen los mejores beneficios económicos y sociales (Andersen & Borup, 2009).

La planeación la podemos definir como el proceso por el cual un sistema es conducido, a partir de una situación presente, hacia un estado deseado, empleando los medios y los recursos necesarios y disponibles (Sánchez Guerrero, 2003), y tomando en cuenta el largo horizonte de tiempo que plantea la previsión tecnológica, se utilizará la planeación normativa como base para formular el establecimiento de las prioridades de investigación.

La planeación normativa tiene las siguientes características (Fuentes Zenón & Sánchez Guerrero, 1990; Ozbekhan, 1977):

1. La planeación es holística, usa el enfoque de sistemas.
2. Es un proceso continuo de aprendizaje y adaptación.
3. El futuro es resultado no exclusivamente de las condiciones del presente y tendencias del pasado, sino también como un objeto de diseño y por tanto elegible dentro de cierto rango.
4. La llamada solución es el diseño de una nueva situación que representa una salida que es más valorada que la situación actual.
5. La planeación apunta a la formulación de políticas de cambio.

La planeación normativa

El proceso de planeación normativa se integra por las siguientes tres fases y etapas (Fuentes Zenón & Sánchez Guerrero, 1990; Sánchez Guerrero, 2003):

- A. **Formulación del problema:** Tiene como función el identificar los problemas presentes y los previsibles para el futuro, además de explicar la razón de su existencia. Durante la fase de diagnóstico se realizan diversas etapas (1) el planteamiento de la problemática, (2) la investigación de lo real, (3) la formulación del estado deseado y (4) una evaluación diagnóstica. Esta etapa comienza estructurando un estado de insatisfacción y se concluye planteando los problemas, sus causas y sus posibles repercusiones futuras.
- B. **Identificación y diseño de soluciones.:** Su propósito es plantear y juzgar las posibles formas de intervención, así como la elaboración de los programas, presupuestos y diseños requeridos para pasar a la fase de ejecución. En esta fase las etapas que se realizan son (1) la generación y

evaluación de alternativas, (2) la formulación de las bases estratégicas y (3) el desarrollo de la solución.

La etapa inicia jerarquizando los problemas a resolver y visualizando diversas líneas estratégicas y se termina con la programación y presupuestación de las acciones.

- C. Control de resultados: Todo plan, estrategia o programa está sujeto a ajustes o replanteamientos al detectar errores, omisiones, cambios en el medio ambiente, variaciones en la estructura de valores, etc. En esta fase se tienen las etapas de (1) planeación la intervención y (2) evaluación los resultados. Como entrada de esta etapa se tiene el plan de acción y como salida, el diseño de los criterios de éxito y las medidas de desempeño.

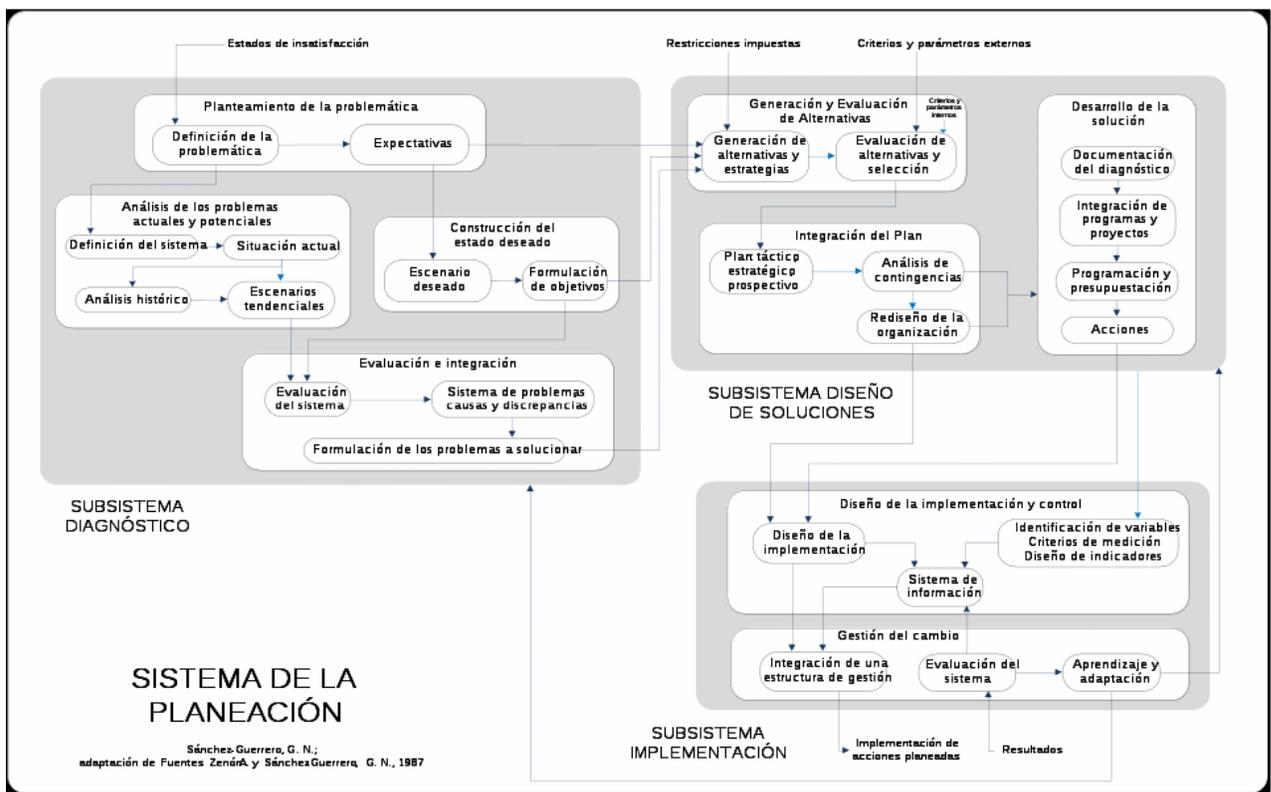


Ilustración 9-Planeación normativa

Pensamiento estratégico en el proceso de planeación

Dado el propósito de identificar las áreas de investigación estratégicas con los mejores beneficios económicos y sociales, el proceso de planeación puede ser visto en función de tres de las escuelas de pensamiento estratégico (Andersen & Borup, 2009; Mintzberg & Lampel, 1999)

EL POSICIONAMIENTO ESTRATÉGICO

A través de este tipo de estrategia se posiciona a la investigación de manera óptima en relación con futuras oportunidades en el entorno estratégico de los programas nacionales de investigación: el de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad en general. Para este tipo de estrategia se utilizan métodos de pronóstico capaces de analizar la incertidumbre en el futuro entorno estratégico. Estos métodos pueden ser la matriz Boston, la matriz General Electric y análisis de tendencias.

COMO ESTRATEGIA DE NEGOCIACIÓN

En este tipo de estrategia se parte de la base que la toma de decisiones es a menudo el resultado de una negociación política entre los diferentes intereses o poderes de los stakeholders que se encuentran en el sistema de investigación. Los métodos que se prefieren bajo esta estrategia se centran en los actores clave y sus puntos de vista, por ejemplo, los análisis de las partes interesadas y los estudios Delphi.

ESTRATEGIA BASADA EN LOS RECURSOS.

La última estrategia se centra en los recursos internos que la organización cuenta para la realización de investigación, o en las competencias y el aprendizaje. En este sentido se necesita entender las competencias básicas de la organización antes de analizar el entorno y las oportunidades para explotar estas competencias. Como las competencias y el conocimiento son activos importantes, la creación de conocimiento y el aprendizaje natural son el foco de atención.

ANEXO C. TEORÍA DEL CONOCIMIENTO

Debido a que una parte importante del sistema es la ciencia, a continuación se definen algunos conceptos epistemológicos importantes.

El criterio de demarcación de la ciencia

Karl Popper propone un criterio de demarcación entre la ciencia y la pseudociencia (Lakatos, 2002) el cual está determinado por la falsabilidad de las teorías que la componen, es decir, las ciencias verdaderas están constituidas por teorías susceptibles de ser demostradas falsas poniendo a prueba sus predicciones, mientras que las pseudociencias no son refutables.

Para Popper, las teorías no son el resultado del compendio de muchas observaciones sino son hipótesis hechas por los investigadores para explicar algún problema, y que a continuación deben ponerse a prueba por medio de confrontaciones con la realidad diseñadas para su posible refutación. A este método de investigación se le conoce como el de "conjeturas y refutaciones" o "ensayo y error" (Pérez Tamayo, 2008). Una característica de estas hipótesis es que deben ser "falseables", es decir que debe existir una o más circunstancias lógicamente incompatibles con ellas. Si una hipótesis no es falseable no tiene lugar en la ciencia, en vista de que no hace afirmaciones definidas acerca de algún sector de la realidad

La ciencia es simplemente asunto de tener ideas y ponerlas a prueba, una y otra vez, intentando siempre demostrar que las ideas están equivocadas, para así aprender de nuestros errores.

El paradigma

Thomas Kuhn define un paradigma como los logros científicos universalmente aceptados que durante un tiempo suministran modelos de problemas y soluciones a una comunidad de profesionales (Kuhn, 1971). Los paradigmas están sujetos a un ciclo y el conjunto de esos ciclos es la ciencia.

El ciclo de los paradigmas comienza con una etapa llama de "preciencia" o periodo "pre-paradigmático", durante el cual se colectan observaciones casi al azar, sin plan definido y sin referencia a un esquema general; en este periodo puede haber varias escuelas de pensamiento compitiendo, pero sin que alguna de ellas prevalezca sobre las demás. Sin embargo, poco a poco un sistema teórico adquiere aceptación general, con lo que surge el primer paradigma de la disciplina.

Sigue una etapa llamada "ciencia normal" donde la investigación se desarrolla de acuerdo con los dictados del paradigma prevalente, o sea que se siguen los modelos que ya han demostrado tener éxito dentro de las teorías aceptadas. Durante el periodo de ciencia normal los investigadores no se dedican a avanzar el conocimiento sino a resolver problemas dentro de la estructura del paradigma correspondiente.

Dentro del periodo de ciencia normal los resultados incompatibles con el paradigma prevalente se acumulan progresivamente en forma de "anomalías". Cuando se alcanza un nivel intolerable de

anomalías surge una “crisis” y posteriormente una “revolución” que es cuando el paradigma se abandona y se adopta uno nuevo que satisfaga no sólo los hechos explicados por el paradigma anterior sino también todas las anomalías acumuladas. A la ciencia que se realiza durante el periodo en que ocurre este cambio, de un paradigma por otro, se le llama "ciencia extraordinaria".

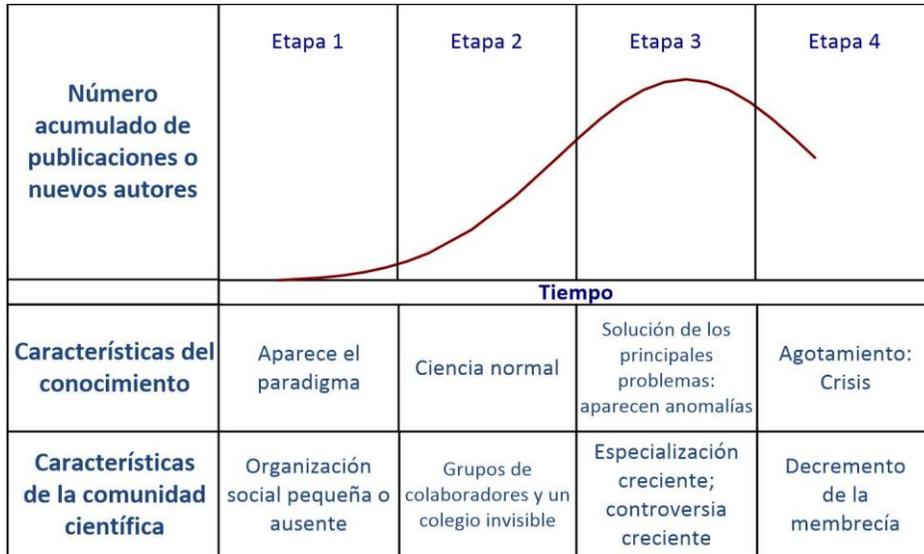


Ilustración 10-Ciclo de un paradigma

Los programas científicos de investigación

Para Imre Lakatos (Lakatos, 2002) la ciencia no es un paradigma aislado sino más bien conjuntos de paradigmas, generados por modificaciones sucesivas de sus predecesores, que de todos modos se conservan. A este conjuntos de paradigmas afines se les denomina "programas científicos de investigación".

Estos programas de investigación están compuesto de la siguiente forma:

- 1) Un núcleo central: reúne los supuestos básicos y esenciales del programa de investigación.
- 2) Un cinturón protector del núcleo llamado heurístico negativo: recibe los impactos de las contrastaciones para defender al núcleo firme y puede ser ajustado e incluso completamente sustituido.
- 3) Una capa más externa que se conoce como heurístico positivo: son directivas generales para explicar fenómenos ya conocidos o para predecir nuevos fenómenos.

Un programa de investigación (T) puede ser cambiado por otros (T') si cumple los siguientes requisitos:

- 1) El programa T' encierra mayor contenido empírico que T: predice hechos nuevos no anticipados por, o hasta incompatibles con, T.
- 2) T' explica todo lo que explicaba T.
- 3) Parte del exceso de contenido de T', sobre T se confirma.

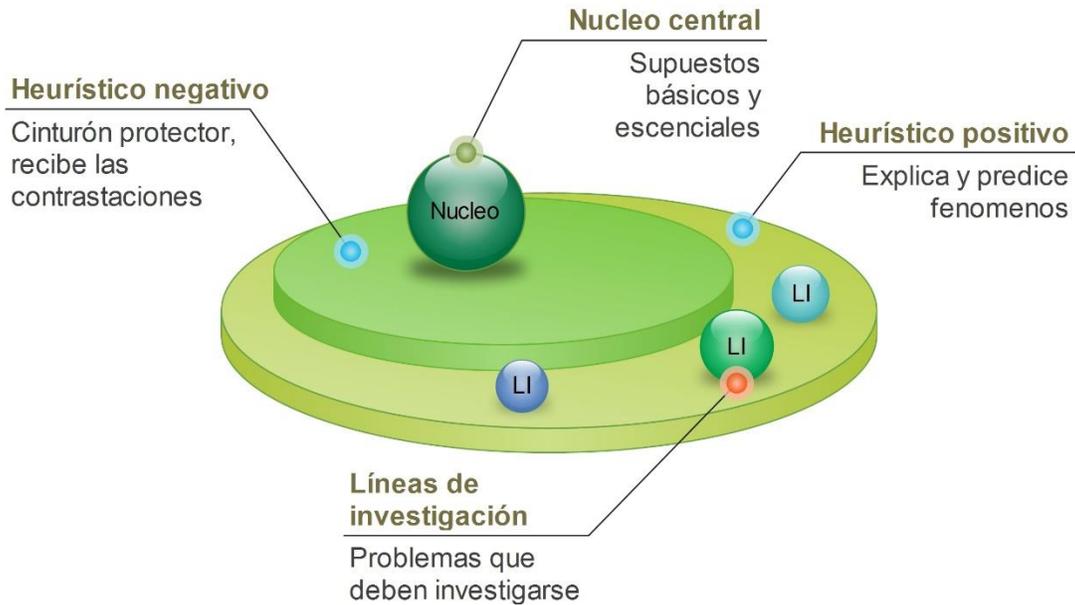


Ilustración 11-Programas de investigación

La sociología del conocimiento

Para Kuhn (1971) es fundamental el papel que desempeña la comunidad científica como árbitro de la elección y la calidad de los paradigmas, de modo que en sociedades distintas el conocimiento será diferente, no nada más en la forma en que se expresa sino en el contenido mismo. El conocimiento está socialmente determinado, que todo lo que se acepta como científicamente establecido depende de las características de la sociedad en donde se genera, y que si tales características cambian (ya sea históricamente, en la misma sociedad, o cuando se comparan distintas sociedades) el conocimiento científico será diferente. En otras palabras, lo que pasa por ser científicamente cierto no depende de su grado de concordancia con la realidad sino de su aceptación como tal por la sociedad; lo que el hombre de ciencia busca no es tanto el conocimiento de la naturaleza sino lo que en el momento histórico y en el grupo social en que le ha tocado vivir se acepta como tal conocimiento (Pérez Tamayo, 2008).

El método científico

El "método científico" es la suma de los principios teóricos, de las reglas de conducta y de las operaciones mentales y manuales que usaron y siguen usando para generar nuevos conocimientos científicos (Pérez Tamayo, 2008). Los principales esquemas propuestos sobre este método a través del tiempo se pueden clasificar en cuatro categorías:

- 1) Método inductivo-deductivo. Inicia con observaciones individuales, a partir de las cuales se plantean generalizaciones cuyo contenido rebasa el de los hechos inicialmente observados. Las generalizaciones permiten hacer predicciones cuya confirmación las refuerza y cuyo fracaso las debilita y puede obligar a modificarlas o hasta rechazarlas
- 2) Método a priori-deductivo. El conocimiento científico se adquiere por medio de la captura mental de una serie de principios generales, a partir de los cuales se deducen sus instancias particulares, que pueden o no ser demostradas objetivamente.

- 3) Método hipotético-deductivo. La ciencia se inicia con postulados en forma de hipótesis propuestas por el investigador, las cuales se les pone a prueba, es decir que las confronta con la naturaleza por medio de observaciones y/o experimentos.
- 4) No hay tal método. Existen distinguir dos tendencias:
 - a. El estudio histórico nunca ha revelado un grupo de reglas teóricas o prácticas seguidas por la mayoría de los investigadores en sus trabajos.
 - b. En el pasado pudo haber habido un método científico, su ausencia actual se debe al crecimiento progresivo y a la variedad de las ciencias, lo que ha determinado que hoy existan no uno sino muchos métodos científicos.

ANEXO D. MARCO NORMATIVO

ESTATUTO DEL PERSONAL ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

TÍTULO PRIMERO Disposiciones Generales

Artículo 2.- Las funciones del personal académico de la Universidad son: impartir educación, bajo el principio de libertad de cátedra y de investigación, para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad; organizar y realizar investigaciones principalmente acerca de temas y problemas de interés nacional, y desarrollar actividades conducentes a extender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura, así como participar en la dirección y administración de las actividades mencionadas.

Artículo 4.- El personal académico de la Universidad estará integrado por:

- Técnicos académicos;
- Ayudantes de profesor o de investigador;
- Profesores e investigadores.

Artículo 6.- Serán derechos de todo el personal académico:

I. Realizar sus actividades de acuerdo con el principio de libertad de cátedra e investigación, de conformidad con los programas aprobados por el respectivo consejo técnico, interno o asesor;

VI. Laborar 40 horas a la semana cuando se trate de personal de tiempo completo y 20 horas semanales cuando sea de medio tiempo;

TÍTULO CUARTO

De los Profesores e Investigadores

Artículo 30.- Son profesores o investigadores ordinarios quienes tienen a su cargo las labores permanentes de docencia e investigación.

Artículo 31.- Son profesores, investigadores o técnicos académicos visitantes los que con tal carácter desempeñen funciones académicas o técnicas específicas por un tiempo determinado, las cuales podrán ser remuneradas por la Universidad.

Artículo 32.- Son profesores o investigadores extraordinarios los provenientes de otras universidades del país o del extranjero, que de conformidad con el Reglamento del Reconocimiento al Mérito Universitario, hayan realizado una eminente labor docente o de investigación en la UNAM o en colaboración con ella.

Artículo 33.- Son profesores o investigadores eméritos, aquellos a quienes la Universidad honre con dicha designación por haberle prestado cuando menos 30 años de servicios, con gran dedicación y haber realizado una obra de valía excepcional.

Artículo 34.- Los profesores ordinarios podrán ser de asignatura o de carrera. Los investigadores serán siempre de carrera.

Artículo 38.- Son profesores o investigadores de carrera quienes dedican a la Universidad medio tiempo o tiempo completo en la realización de labores académicas. Podrán ocupar cualquiera de las categorías siguientes: asociado o titular. En cada una de éstas habrá tres niveles: A, B y C.

Artículo 39.- Para ingresar como profesor o investigador de carrera de la categoría de asociado nivel A, se requiere:

a) Tener una licenciatura o grado equivalente; b) Haber trabajado cuando menos un año en labores docentes o de investigación, demostrando aptitud, dedicación y eficiencia, y c) Haber producido un trabajo que acredite su competencia en la docencia o en la investigación.

Artículo 40.- Para ingresar o ser promovido a la categoría de profesor o investigador asociado nivel B, se requiere:

- a) Tener grado de maestro o estudios similares o bien conocimientos y experiencia equivalentes;
- b) Haber trabajado eficientemente cuando menos dos años en labores docentes o de investigación, en la materia o área de su especialidad, y
- c) Haber producido trabajos que acrediten su competencia en la docencia o en la investigación.

Artículo 41.- Para ingresar o ser promovido a la categoría de profesor o investigador asociado nivel C, se requiere:

- a) Tener grado de maestro o estudios similares, o bien los conocimientos y la experiencia equivalentes;
- b) Haber trabajado cuando menos tres años en labores docentes o de investigación, en la materia o área de su especialidad, y
- c) Haber publicado trabajos que acrediten su competencia, o tener el grado de doctor, o haber desempeñado sus labores de dirección de seminarios y tesis o impartición de cursos, de manera sobresaliente.

Artículo 42.- Para ingresar a la categoría de profesor o investigador titular nivel A, se requiere:

- a) Tener título de doctor o los conocimientos y la experiencia equivalentes;

b) Haber trabajado cuando menos cuatro años en labores docentes o de investigación, incluyendo publicaciones originales en la materia o área de su especialidad, y

c) Haber demostrado capacidad para formar personal especializado en su disciplina.

Artículo 43.- Además de los requisitos exigidos para alcanzar la categoría de titular nivel A, para ingresar o ser promovido a titular nivel B, es necesario:

a) Haber trabajado cuando menos cinco años en labores docentes o de investigación, en la materia o área de su especialidad, y

b) Haber demostrado capacidad para dirigir grupos de docencia o de investigación.

Artículo 44.- Para ingresar o ser promovido a la categoría de profesor o investigador titular nivel C, además de los requisitos exigidos para ser titular nivel B, es necesario:

a) Haber trabajado cuando menos seis años en labores docentes o de investigación, en la materia o área de su especialidad;

b) Haber publicado trabajos que acrediten la trascendencia y alta calidad de sus contribuciones a la docencia, a la investigación, o al trabajo profesional de su especialidad, así como su constancia en las actividades académicas, y

c) Haber formado profesores o investigadores que laboren de manera autónoma.

CAPÍTULO VIII Derechos y Obligaciones de los Profesores e Investigadores de Carrera

SECCIÓN A De los Derechos

Artículo 57.- Los profesores e investigadores de carrera tendrán, además de los consignados en los artículos 6o. y 55 de este Estatuto, los siguientes derechos:

a) Recibir de la Universidad remuneraciones adicionales provenientes de ingresos extraordinarios de su dependencia, de conformidad con el reglamento que al efecto se expida;

b) Desempeñar en otras instituciones, previa autorización del consejo técnico respectivo, cátedras u otras labores remuneradas, siempre que el tiempo que dedique a éstas, sumado al que deba dedicar a la Universidad, no exceda de 48 horas semanales, y

c) Ser funcionario académico, recibir la remuneración correspondiente y al término de su encargo reintegrarse a su dependencia de origen, con su misma categoría y nivel y sin menoscabo de sus demás derechos.

Artículo 58.- Por cada seis años de servicios ininterrumpidos, los profesores e investigadores ordinarios de tiempo completo gozarán de un año sabático, que consiste en separarse de sus labores durante un año, con goce de sueldo y sin pérdida de su antigüedad, para dedicarse al estudio y a la realización de

actividades que les permitan superarse académicamente. Para el ejercicio de este derecho se observarán las siguientes reglas:

- a) Los interesados podrán solicitar al director de la dependencia de su principal adscripción, que el año sabático se divida en dos semestres, pudiendo disfrutar del primero al cumplir seis años de labores y del segundo en la fecha que de común acuerdo convengan con el director y el consejo técnico;
- b) Después del primer año sabático, los interesados podrán optar por disfrutar de un semestre sabático por cada tres años de servicios, o de un año por cada seis;
- c) La fecha de iniciación de cada periodo sabático estará supeditada a los programas de actividades de la dependencia de su principal adscripción, pudiendo adelantarse hasta en tres meses, si no se interfieren los programas mencionados y lo autoriza el consejo técnico;
- d) A petición de los interesados, podrá diferirse el disfrute del año sabático por no más de dos años, y el lapso que hubiesen trabajado después de adquirido ese derecho, se tomará en consideración para otorgar el subsecuente.

Los profesores o investigadores designados funcionarios académicos y los que desempeñen un cargo de supervisión o coordinación en alguna dependencia, deberán diferir el disfrute del año sabático hasta el momento en que dejen el cargo. El año sabático sólo será acumulable en los casos previstos en este párrafo;

- e) Durante el disfrute del periodo sabático, los profesores e investigadores recibirán su salario íntegro;
- f) El tiempo que se haya laborado ininterrumpidamente como profesor o investigador de tiempo completo interino o por contrato, se computará para los efectos del año sabático;
- g) El profesor o investigador que tenga dos nombramientos simultáneos de medio tiempo dentro de la Universidad, será considerado como de tiempo completo para los efectos del año sabático;
- h) Si al solicitar un año sabático o fracción del mismo el interesado presenta al director de la dependencia de su adscripción principal un plan de actividades que desarrollará durante ese intervalo y éstas son de especial interés para la Universidad, el director con la aprobación del consejo técnico respectivo gestionará que el interesado reciba ayuda o estímulos para su proyecto. Al reintegrarse a la Universidad el interesado entregará al director un informe de sus actividades.

SECCIÓN B De las Obligaciones

Artículo 60.- Además de las obligaciones del artículo 56 el personal académico de carrera deberá someter oportunamente a la consideración del consejo de la dependencia de su adscripción, el proyecto de las actividades de investigación, preparación, estudio y evaluación del curso o cursos que impartan, dirección de tesis o prácticas, aplicación de exámenes, dictado de cursillos y conferencias y demás que pretenda realizar durante el año siguiente; llevarlas a cabo y rendir en su oportunidad un informe sobre

la realización de las mismas. Dicho proyecto constituirá su programa anual de labores una vez que sea aprobado por el consejo técnico, interno o asesor.

Artículo 61.- El personal académico de carrera, de medio tiempo y de tiempo completo tiene la obligación de desempeñar labores docentes y de investigación, según la distribución de tiempo que haga el consejo técnico correspondiente, conforme a los siguientes límites para impartir clases o desarrollar labores de tutoría

a) A nivel profesional y de posgrado

1. Los investigadores, un mínimo de tres horas o las que correspondan a una asignatura y un máximo de seis horas semanales, o bien las que se asignen a labores de tutoría;
2. Los profesores titulares, un mínimo de seis horas o las que correspondan a dos asignaturas y un máximo de doce horas por semana, y las que se asignen a labores de tutoría;
3. Los profesores asociados, un mínimo de nueve horas o las que correspondan a tres asignaturas y un máximo de dieciocho horas semanales, y las que se asignen a labores de tutoría

b) A nivel de bachillerato:

1. Los profesores titulares, entre doce y dieciocho horas por semana; 2.- Los asociados, entre quince y veinte horas por semana.
2. Los límites señalados, se entenderán aplicables a planes de estudio anuales; y se promediarán en planes de estudio de menor temporalidad.

Acta de instalación del Consejo de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México

Una de las finalidades relevantes de nuestra Casa de Estudios, es la de organizar y realizar investigaciones relacionadas principalmente con las condiciones y problemas nacionales, en virtud de lo anterior, se crea el Consejo de Investigación de la Facultad de Ingeniería, el cual es el órgano permanente de apoyo y consulta a políticas, programas y estrategias institucionales en materia de investigación y desarrollo tecnológico, I&D, al tenor de las siguientes:

PRIMERO. Consideraciones

La Facultad de Ingeniería desarrolla cotidianamente actividades de I&D en diversos campos de la ingeniería, por lo que es necesario implementar las siguientes actividades:

3. Encauzar y guiar la investigación que se realiza hacia temas específicos.
4. Articular las áreas internas de la Facultad y establecer mecanismos de vinculación a través de enfoques multidisciplinarios e interdisciplinarios en investigación.
5. Fomentar que la Facultad de Ingeniería amplíe su rango de acción hacia temas de vanguardia que se identifiquen mediante un análisis racional y organizado, que tenga por marco de referencia la normatividad universitaria, la visión de la entidad y las capacidades institucionales.
6. Impulsar las actividades de I&D

7. Ampliar la participación del personal académico de la Facultad de Ingeniería en labores asociadas a la I&D de alto impacto.
8. Propiciar que los académicos que realizan actividades de investigación tengan una participación destacada en el contexto nacional e internacional.
9. Proponer criterios para identificar y verificar los productos de I&D.

SEGUNDO. Objeto.

El Consejo de Investigación de la FI tiene como objetivo principal, el orientar las actividades de investigación, a fin de impulsar, fortalecer y consolidar áreas de conocimiento y líneas de investigación, así como, impulsar nuevos ámbitos de acción para favorecer su impacto en la sociedad.

TERCERO. Organización y operación.

El Consejo de Investigación para su operación se organizará a partir de un Presidente que será elegido por los integrantes del mismo.

La Secretaría de Posgrado e Investigación, en este caso estará representada por el Coordinador de Investigación, quien fungirá además como Secretario Técnico del Consejo y se encargará de dar seguimiento a los acuerdos del Consejo y ejecutar las acciones pertinentes.

CUARTO. Función del Consejo de Investigación.

El Consejo de Investigación de la Facultad de Ingeniería tiene entre sus funciones:

- Proponer nuevos campos de conocimiento y líneas de investigación para fortalecer a la Facultad de ingeniería en este ámbito.
- Opinar sobre las opciones viables para la Facultad que convenga seguir en materia de investigación.
- Proponer criterios para ponderar el impacto de las líneas de investigación que se realizan en la Facultad de Ingeniería.
- Configurar esquemas para promover el incremento de la participación del personal académico de la Facultad de Ingeniería en labores asociadas a la I&D, además de elevar anualmente el porcentaje de productos de investigación generados.

ANEXO E. PROGRAMAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN VIGENTES EN LA DIE DE LA FI

Programa de investigación	Línea de investigación
Control de sistemas dinámicos	Control de robots manipuladores
	Control de sistemas no lineales
	Control de sistemas eléctricos de potencia
	Control por modos deslizantes
	Control automático y en tiempo real
	Sistemas de control no lineales
	Control no-lineal
Antenas en arreglos de fase para la banda de súper y extremadamente alta frecuencia	Superficies selectivas de frecuencia
	Desplazadores de fase
	Tecnologías de circuitos integrados de microondas
	RF MEMS
Procesamiento digital de señales	Seguridad y calidad de la información en los sistemas de transmisión
	Filtrado digital
	Filtrado espacial
	Filtrado Adaptable
	Procesamiento de Voz
	Procesamiento de video digital
	Cancelación de ruido
	Procesamiento digital de imágenes
	Sistemas de procesamiento y transmisión de la información
	Aplicación de DSP a control e instrumentación
Microsistemas electromecánicos	Sistemas inerciales
	Microespejos
Redes inalámbricas	Redes de sensores
	Wifi
	Wlan

	Tipo Mesh
	Redes inalámbricas de banda ancha
Bioenergía-biogas	Biogas
	Biodigestores
	Producción de energía renovable
	Tratamiento anaerobio
Sistemas nucleares	Reactores nucleares y ciclos de combustible nuclear
	Modelado de sistemas núcleo-eléctricos
	Tecnología de seguridad nuclear e ingeniería de factores humanos
Sistemas energéticos	Proceso y uso eficiente de la energía
	Economía y política de la energía
	Estudios de expansión del sector eléctrico
	Evaluación de proyectos energéticos
	Tecnología y seguridad de reactores nucleares
Sistemas de comunicaciones	Comunicaciones ópticas
	Fibras ópticas
	Procesos estocásticos
	Percepción remota
	Radiofrecuencia
	Ingeniería satelital
	Dispositivos ópticos
	Teoría de la información
Análisis de riesgo	Análisis probabilístico de seguridad
	Técnicas de análisis de riesgo
Robótica móvil	Inteligencia artificial
	Realidad virtual
Desarrollo de software	Ingeniería de software
	Lenguajes y entornos de programación para IA (LP funcionales y LPOO)
	Sistemas de procesamiento de alto desempeño
	Bases de datos y reconocimiento de patrones
	Razonamiento automático
	Sistemas tutoriales
	Tecnología educativa y ciencia cognoscitiva
	Programación para simulación
Potencia eléctrica	Definiciones de potencia eléctrica en sistemas lineales y no lineales
Ahorro de energía	Ahorro de energía
Ingeniería biomédica	Ingeniería biomédica
Dinámica de centrales eólicas	Dinámica de centrales eólicas
Análisis de la práctica docente	Análisis de la práctica docente

Sistemas difusos	Sistemas difusos
Tecnología de recursos humanos	Tecnología de recursos humanos
Avances en las técnicas de control automático	Avances en las técnicas de control automático
Diseño de sistemas basados en microcontroladores	Diseño de sistemas basados en microcontroladores
Modelos de atenuación por lluvia	Modelos de atenuación por lluvia
Redes y seguridad	Redes y seguridad
Instrumentación virtual	Instrumentación virtual
Programas teóricos, conceptuales y metodológicos de modelos computacionales inspirados en sistemas dialógicos	Programas teóricos, conceptuales y metodológicos de modelos computacionales inspirados en sistemas dialógicos
Desarrollo de software para el diseño de filtros activos	Desarrollo de software para el diseño de filtros activos
Educación a distancia en ingeniería	Educación a distancia en ingeniería

Tabla 18-Programas y líneas de investigación vigentes de la DIE

ANEXO F. ENCUESTA A TUTORES DEL POSGRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Objetivos

Determinar los principales stakeholders, fuentes de información dentro y fuera de la FI, recursos con los que se cuenta el estudiante y tendencias de la investigación fuera de la Facultad (si es que existen).

Entrevistados

La encuesta está dirigida a tutores y profesores del área de electrónica y áreas afines de las instituciones participantes en el área del posgrado de Ingeniería Eléctrica de la UNAM.

Carta a expertos

México D.F. a XX de mayo de 20XX

Estimado [Nombre y grado del experto]

Por este medio agradezco su apreciable disposición para participar en la realización del estudio relacionado con la investigación sobre el área de electrónica en México, ya que dadas su experiencia y cualidades lo he identificado como parte del grupo de expertos a consultar.

Mi objetivo es conocer a los principales actores en la investigación en electrónica en México, así como los recursos con los que cuenta un investigador en esa área y tendencias de investigación sobre el área.

El proceso que se seguirá a continuación será dos cuestionarios en diferentes momentos para conocer su punto de vista y con base en ello realizaremos el estudio. Al final de cada etapa le será enviado un comparativo estadístico de sus respuestas con respecto al total de los demás participantes.

Cabe resaltar que para los fines que se persiguen se definen los siguientes conceptos:

Electrónica: aquel campo de la ciencia e ingeniería que trata de los dispositivos electrónicos y su utilización.

Dispositivo electrónico: Un dispositivo en el que tiene lugar la conducción por electrones bien sea a través del vacío, de un gas o de un medio semiconductor.

Línea de investigación: Es un eje temático monodisciplinario o interdisciplinario en el que confluyen actividades de investigación y desarrollo tecnológico, realizadas por uno o más grupos de trabajo que tengan resultados visibles en su producción académica, científica, tecnológica y en la formación de recursos humanos

Quedo a sus órdenes para aclarar cualquier duda con respecto al presente.

Atentamente

Ing. Uriel Vidal

Cuestionario

El siguiente cuestionario, consta de 12 preguntas divididas en 4 secciones. El cuestionario está diseñado para tomar menos de 25 minutos en responderlo.

PREGUNTAS GENERALES

1. Nombre completo
2. Edad
3. Líneas de investigación

PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN EN ELECTRÓNICA EN GENERAL

1. ¿Qué considera como investigación en electrónica?
2. ¿Cuáles son las tendencias en investigación en electrónica a nivel mundial?
3. ¿Cuáles son las tendencias de la investigación en electrónica en México?

PREGUNTAS DE SU INVESTIGACIÓN EN ELECTRÓNICA

1. ¿Qué es lo que está usted investigando actualmente?
2. ¿Con qué apoyos cuenta para hacer su investigación?
3. ¿son suficientes?
4. ¿Existen empresas que tienen algún tipo de participación en la investigación en electrónica en la UNAM?, (en caso de ser afirmativa, ¿en qué consiste su participación?)
5. ¿Cuántas son las publicaciones que han tenido en los últimos 8 años?
6. ¿Cuales son las motivaciones que tiene en la elección de la investigación que hace?

PREGUNTAS DEL DESEO DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Hacia dónde desearía que se dirigiera el estudio de la electrónica en la UNAM?
1. Dentro de la planta académica, ¿qué personas conoció que estuvieran haciendo investigaciones sobre el campo de la electrónica?
2. ¿Sabe de algún otro instituto o facultad o departamento donde se haga investigación sobre electrónica?
3. ¿Tuvo apoyos (de la UNAM o de otra institución) para realizar su investigación? En caso afirmativo, ¿En qué consistieron y cuál fue su duración?
4. ¿Tiene conocimiento de alguna patente del personal académico en el campo de la electrónica? En caso afirmativo ¿Quiénes son esas personas?, y en caso de recordar ¿De qué se trataba la patente?
5. ¿Tiene conocimientos si alguna empresa financió algún tipo de investigación? En caso de ser afirmativa, ¿Qué empresa fue? Y ¿en qué consistió el apoyo?
6. Coloque tres Journals importantes dentro del campo de la investigación electrónica.
7. Coloque tres conferencias importantes dentro del campo de investigación en electrónica.

ANEXO G. SOLICITUD DE INFORMACIÓN

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería, Unidad de Posgrado.

Asunto: Solicitud de información

México, D.F. a 6 de agosto de 2014

M. I. Luis Cesar Vázquez Segovia

Jefe de Departamento de Información y Estadística de la Facultad de Ingeniería

Me permito presentarme, soy es Uriel Santiago Vidal García, estudiante de la maestría en planeación en el Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, con número de cuenta 09933394-6 y mi asesor es el Dr. Gabriel de la Nieves Sánchez Guerrero.

La investigación que estoy realizando está encaminada a la definición de las líneas de investigación que la Facultad de Ingeniería puede seguir, en el campo de estudio de la electrónica, en un periodo de 25 años, a modo que se promueva el desarrollo académico dentro de la misma Facultad.

Para fines de esta investigación le solicito su apoyo, y del departamento que usted dirige, para obtener la siguiente información:

- Datos históricos desde el año 2000 al presente de los académicos e investigadores de la Facultad de Ingeniería, por año o semestre, donde se muestren la siguiente información:
 - Nombre, edad, nombramiento y división a la que pertenece.
- Datos históricos desde el año 2000 al presente, de los académicos e investigadores de la Facultad de Ingeniería pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), por año, donde se muestre la siguiente información:
 - Nombre, edad, nombramiento, división y nivel de SNI.
- Datos históricos desde el año 2000 al presente, sobre los proyectos institucionales PAPIME y PAPIIT, donde se muestren la siguiente información:
 - Nombre del proyecto, nombre del responsable, académicos e investigadores participantes, fecha de inicio, fecha de finalización y productos entregados.
 - Proyectos aprobados y renovados por año, divididos por división y por tipo de proyecto.
- Datos históricos desde el año 2000 al presente sobre los académicos e investigadores que se encuentren dentro del Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de tiempo completo (PRIDE), por año, donde se muestre la siguiente información:
 - Nombre, nombramiento, división a la que pertenece, porcentaje de tiempo dedicado a labores de investigación.

- Datos históricos desde el año 2000 al presente de los académicos e investigadores de la Facultad de Ingeniería pertenecientes a la División de Ingeniería Eléctrica (DIE), por año, donde se muestre:
 - Nombre, línea de investigación y número de publicaciones.
- Datos de los patentes realizadas por la Facultad de Ingeniería, donde se muestre la siguiente información:
 - Nombre de la patente, número de identificación, académicos participantes, descripción de la patente, año de petición de la patente y año de otorgamiento de la patente.

Agradezco su atención y aprovecho para enviarle un fraternal saludo.

Ing. Uriel Santiago Vidal García

REFERENCIAS

- Andersen, P. D., & Borup, M. (2009, November). Foresight and strategy in national research councils and research programmes. *Technology Analysis & Strategic Management*. <http://doi.org/10.1080/09537320903262280>
- Arriola Valdés, E., Villanueva Moreno, C., & Álvarez Watkins, P. (2007). *La Ciudad Universitaria y la Energía*. México.
- Coates, J. (2008). Tomorrow's Engineer. *Research-Technology Management*, 51(1), 2–3.
- CONACyT. (2012). *Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación: México 2012*. Retrieved from <http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/cms/paginas/Publicaciones.jsp>
- CONACyT. (2013). Sistema Nacional de Investigadores. Retrieved October 10, 2013, from <http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/sistema-nacional-de-investigadores>
- CONACyT. (2014a). Criterios Específicos de Evaluación. Área VII: Ingenierías. Retrieved October 10, 2015, from <http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-sistema-nacional-de-investigadores-sni/marco-legal-sni/criterios-sni/833-criteriosespecificosareavii/file>
- CONACyT. (2014b). Programa especial de ciencia, tecnología e innovación 2014-2018. México.
- Concheiro, A. A. (2009). Futuros de la ingeniería en México (pp. 1–12). México.
- Congreso de la Unión. Marco Constitucional y Legal de la UNAM (1945). México. Retrieved from <http://www.dgelu.unam.mx/m2.htm>
- Coordinación de la Investigación Científica. (2001). Criterios generales para la evaluación del personal académico del Subsistema de la Investigación Científica. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Covey, S. R. (2008). *Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva : lecciones magistrales sobre el cambio personal*. Grupo Planeta (GBS). Retrieved from https://books.google.com.mx/books/about/Los_7_h%C3%A1bitos_de_la_gente_altamente_efe.html?id=RHj_7xafAzYC&pgis=1
- DGAPA. Programa de Primas al Desempeño Académico del Personal de Tiempo completo (2014). México.
- Facultad de Ingeniería. (1999). *Plan de desarrollo FI 1999-2003*. México.
- Facultad de Ingeniería. (2003). *Plan de desarrollo FI 2003-2007*. México.
- Facultad de Ingeniería. (2006). *Informe 2005*. México.
- Facultad de Ingeniería. (2007a). *Plan de desarrollo FI 2007-2011*. México.
- Facultad de Ingeniería. (2007b). UNAMems. Retrieved from <http://www.proyectounamems.unam.mx/unamems>
- Facultad de Ingeniería. (2011a). *Informe 2007-2010 PDFI*. México.
- Facultad de Ingeniería. (2011b). *Plan de desarrollo FI 2011-2014* (Vol. 79). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Facultad de Ingeniería. (2011c). *Plan de Desarrollo Institucional 2007-2011. Proyecto 4.1 Definición de las*

líneas de investigación en la Facultad de Ingeniería. México.

Facultad de Ingeniería. (2012). Compendio de Documentos Normativos de la Facultad de Ingeniería: Acta de instalación del consejo de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

Facultad de Ingeniería. (2013). *Informe 2012 y programa de trabajo 2013 de la FI.* México.

Facultad de Ingeniería. (2014a). Facultad de Ingeniería. Retrieved May 20, 2015, from <http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/infraestructura.htm>

Facultad de Ingeniería. (2014b). *Informe 2013 y programa de trabajo 2014 de la FI.* México.

Facultad de Ingeniería. (2015). División de Ingeniería Eléctrica. Retrieved May 4, 2015, from <http://www.fi-b.unam.mx/die.html>

Facultad de Ingeniería. (2016). *Plan de desarrollo FI 2015-2019.*

Fuentes Zenón, A. (1990). *El enfoque de sistemas en la solución de problemas: La elaboración del modelo conceptual.* México: Facultad de Ingeniería.

Fuentes Zenón, A., & Sánchez Guerrero, G. (1990). *Metodología de la Planeación Normativa* (2nd ed.). México: Facultad de Ingeniería.

Gelman, O., & Negroe, G. (1982). Planeación como un proceso básico en la conducción. *Revista de La Academia Nacional de Ingeniería*, 253–270.

Georghiou, L., & Cassingena Harper, J. (2011). From priority-setting to articulation of demand: Foresight for research and innovation policy and strategy. *Futures*, 43(3), 243–251. <http://doi.org/10.1016/j.futures.2010.11.003>

Gobierno Federal. (2013). Plan Nacional de Desarrollo. México. Retrieved from <http://pnd.gob.mx/>

Grech, P. (2001). *Introducción a la Ingeniería. Un enfoque a través del diseño.* Prentice Hall.

Kuhn, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas.* Fondo de Cultura Económica.

Lakatos, I. (2002). *La metodología de los programas de investigación científica.* Alianza Editorial.

Martínez Palomo, A. (1994). Los futuros de la ciencia en México. In *Primer congreso mexicano sobre prospectiva.* México.

Mintzberg, H., & Lampel, J. (1999). Reflecting on the strategy process. *Sloan Management Review.* Retrieved from [http://www.mmt3000.dk/Upload/K4 Mintzberg - reflecting on the strategy process \(strategy safari\).pdf](http://www.mmt3000.dk/Upload/K4%20Mintzberg%20-%20reflecting%20on%20the%20strategy%20process%20(strategy%20safari).pdf)

Molinero, A. R. M., & Arellano, L. I. S. (2003). *Transporte público: planeación, diseño, operación y administración.* Quinta del Agua Ediciones. Retrieved from http://books.google.com.mx/books/about/Transporte_p%C3%BAblico.html?id=-hZzXwAACAAJ&pgis=1

Núñez Reséndiz, D. (2010). *El rompecabezas de la ingeniería: Por qué y cómo se transforma el mundo.* Fondo de Cultura Económica. Retrieved from http://books.google.com/books?id=1wfi9t4_CdoC&pgis=1

OECD. (2014). OECD Factbook 2014: Economic, Environmental and Social Statistics. Retrieved August 12, 2014, from <http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/economics/oecd->

- Organización de los Estados Americanos. (2015). Sociedad del Conocimiento. Retrieved May 26, 2015, from http://www.oas.org/es/temas/sociedad_conocimiento.asp
- Ozbekhan, H. (1977). The Future of Paris: A Systems Study in Strategic Urban Planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. <http://doi.org/10.1098/rsta.1977.0158>
- Pérez Tamayo, R. (2008). *¿Existe el método científico?: Historia y realidad*. Fondo de Cultura Económica. Retrieved from <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/161/html/metodo.html>
- Ramin, S., & Sarraf Shirazi, A. (2012). Comparison between Impact factor, SCImago journal rank indicator and Eigenfactor score of nuclear medicine journals. *Nuclear Medicine Review. Central & Eastern Europe*, 15(2), 132–6. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22936507>
- Ramírez, R., & Weiss, E. (2004). Los investigadores educativos en México: una aproximación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9, 501–513. Retrieved from http://mail.quadernsdigitals.net/datos_web/hemeroteca/r_54/nr_604/a_8241/8241.pdf
- Reyes, G., & Suriñach, J. (2010). Las evaluaciones internas del SNI: coherencias o coincidencias. *Secuencia*, 83(Agosto), 179–217.
- Salazar, R., Aguila, A. R., & Llamas, Á. (2004). Evolución de la ingeniería en México. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 1–16. Retrieved from <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2007/CU/CU0701.xml;CU2007000070>
- Sánchez Guerrero, G. (2003). *Técnicas participativas para la planeación*. México: Fundación ICA, AC. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:T?cnicas+participativas+para+la+planeaci?n#0>
- Schoen, A., Könnölä, T., Warnke, P., Barré, R., & Kuhlmann, S. (2011). Tailoring Foresight to field specificities. *Futures*, 43(3), 232–242. <http://doi.org/10.1016/j.futures.2010.11.002>
- Sefchovich, S. (2009, April). UNAM: Burocracia en carne propia. *Nexos*. Retrieved from <http://www.nexos.com.mx/?p=13035>
- Sheridan, G. (2011, February). El PRIDE unameno: logros parciales. *Letras Libres*. Retrieved from <http://www.letraslibres.com/blogs/el-pride-unameno-logros-parciales>
- SJR-SCImago Journal & Country Rank. (2014). SCImago. Retrieved August 19, 2014, from <http://www.scimagojr.com>
- Truman, G. (1976). *Electrónica Aplicada: primer curso de electrónica*. Barcelona: Reverté.
- UNAM. Estatuto del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México (1998). México.
- UNAM. (2006). Definir los proyectos prioritarios del Subsistema de la Investigación Científica. Retrieved from http://www.cic-ctic.unam.mx/cic/consejo_tecnico/acuerdos_ctic_detalle.cfm?vldAcuerdo=289
- UNAM. (2007). *La ciencia en la UNAM a través del subsistema de la investigación científica 2007*. Distrito Federal.

UNAM. (2012). Plan de Desarrollo de la Universidad 2011-2015. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Retrieved from http://www.dgi.unam.mx/rector/informes_pdf/PDI2011-2015.pdf

UNAM. (2014a). Agenda estadística 2014. Retrieved May 14, 2015, from <http://www.planeacion.unam.mx/Agenda/2014/pdf/Agenda2014.pdf>

UNAM. (2014b). *Lineamientos generales para el funcionamiento del posgrado*. México.

UNAM. (2014c). Portal de Estadísticas Universitarias. Retrieved August 26, 2014, from http://www.estadistica.unam.mx/series_inst/index.php