



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE QUÍMICA

IDENTIFICACIÓN TEMPRANA  
DEL POTENCIAL TECNOLÓGICO  
DE UNA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA UNIVERSITARIA

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
QUÍMICA

PRESENTA  
MACIAS MENDOZA MARIANA



MÉXICO, D.F.

2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:** PLINIO JESÚS SOSA FERNÁNDEZ  
**VOCAL:** JOSÉ SABINO SÁMANO CASTILLO  
**SECRETARIO:** LUIS AVELINO SANCHEZ GRILLET  
**1er. SUPLENTE:** GIOVANA VILMA ACOSTA GUTIERREZ  
**2° SUPLENTE:** JORGE RODRIGO CASTILLO ROMERO

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

**CORDINACIÓN DE GESTIÓN DE CALIDAD PRODUCTIVA.**

**COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTIFICA.**

**UNAM**

**ASESOR DEL TEMA**

**DR. JOSÉ SABINO SÁMANO CASTILLO**

**SUSTENTANTE (S):**

**MACIAS MENDOZA MARIANA**

## CONTENIDO

	PAGINA
<b>RESUMEN</b>	<b>9</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>12</b>
<b>PREMISAS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>13</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>2. INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	<b>18</b>
2.1 Indicadores (CyT) México y otros países	21
2.2 Indicadores (CyT) en México	26
<b>3. ESTADO DEL ARTE</b>	<b>33</b>
<b>4. DESARROLLO EXPERIMENTAL</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Etapa 1</b>	<b>40</b>
4.1.1. Referente a investigación	40
4.1.2. Referente a personal e infraestructura. (Situación actual UNAM)	40
4.1.3. Referente a la institución. (Situación actual UNAM)	40
4.1.4. Referente a la generación de propuestas	41
<b>4.2 Etapa 2</b>	<b>42</b>
4.2.1. Estudio de caso	42
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>43</b>
<b>5.1 Referente a la investigación</b>	<b>43</b>
5.1.1. Clasificación por diferentes tipos de investigación	43
5.1.2. Prácticas y procesos universitarios en el desarrollo de la investigación alrededor del mundo	46
5.1.3. Grupos de expertos	48
5.1.4. Oficinas de Transferencia de Tecnología	55

<b>5.2 Referente a la situación actual UNAM</b>	<b>57</b>
5.2.1. Resultados por sección del diagnóstico	58
<b>5.3 Referente a la institución</b>	<b>62</b>
<b>5.4 Referente a las propuestas</b>	<b>68</b>
5.4.1. Metodología STEP	68
5.4.2. Análisis Multicriterio de Decisiones	72
5.4.3. Desarrollo de propuestas	85
<b>6. ESTUDIO DE CASO</b>	<b>101</b>
<b>6.1 El Instituto de Química</b>	<b>101</b>
<b>6.2 Estadísticas del Instituto de Química</b>	<b>103</b>
<b>6.2 Protocolo del caso</b>	<b>105</b>
<b>6.3 Análisis del caso</b>	<b>106</b>
<b>6.4 Propuestas del caso</b>	<b>110</b>
<b>6.5 Conclusiones del caso</b>	<b>111</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>113</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO 1</b>	<b>121</b>
<b>ANEXO 2</b>	<b>122</b>

## **LISTA DE TABLAS**

<b>TABLA 1</b> Gasto en actividades I+D por países (% PIB)	<b>22</b>
<b>TABLA 2</b> Gasto en actividades I+D por países (millones de dólares)	<b>22</b>
<b>TABLA 3</b> Personal dedicado a actividades de I+D (incluyendo a estudiantes de doctorado) por cada millón de habitantes	<b>23</b>
<b>TABLA 4</b> Gasto I+D (% PIB nacional y millones de dólares) en México, 2007-2014	<b>26</b>
<b>TABLA 5</b> PIB, Patentes solicitadas y concedidas (residentes + extranjeros) mexicanas, 2000-2013	<b>27</b>
<b>TABLA 6</b> Porcentaje de solicitudes de patente en los principales sectores de la tecnología	<b>28</b>
<b>TABLA 7</b> Recursos humanos de posgrado y miembros del Sistema Nacional de Investigadores en México (división entre investigación en áreas sociales y humanas e investigación científica)	<b>30</b>
<b>TABLA 8</b> Recursos humanos en las principales áreas de investigación científica	<b>30</b>
<b>TABLA 9</b> Personal Académico de UNAM registrado en el SNI (Sistema Nacional de Investigadores), año 2014	<b>34</b>
<b>TABLA 10</b> Principales titulares de patentes en México 2015	<b>38</b>
<b>TABLA 11</b> Análisis de las características de cada tipo de investigación, básica, aplicada y tecnológica	<b>44</b>
<b>TABLA 12</b> Dominio A: Conocimiento y habilidades intelectuales	<b>48</b>
<b>TABLA 13</b> Dominio B: Efectividad del personal	<b>50</b>
<b>TABLA 14</b> Dominio C: Gobernabilidad de la investigación y la organización	<b>51</b>

<b>TABLA 15</b> Dominio D: Nivel de participación, influencia e impacto	<b>53</b>
<b>TABLA 16</b> Proceso de actividades realizadas por una oficina de transferencia de tecnología	<b>56</b>
<b>TABLA 17</b> Definición preliminar del alcance de la evaluación	<b>70</b>
<b>TABLA 18</b> Definición preliminar del alcance de la evaluación con el <i>sponsor</i>	<b>71</b>
<b>TABLA 19</b> Análisis de mercado y la selección de instrumento de evaluación	<b>72</b>
<b>TABLA 20</b> Valores de RI para diferentes tamaños de matriz pareada	<b>82</b>
<b>TABLA 21</b> Escala de preferencias para el método AHP	<b>84</b>
<b>TABLA 22</b> Clasificación de proyectos según el tipo de investigación	<b>91</b>
<b>TABLA 23</b> Estadísticas básicas del Instituto de Química	<b>104</b>
<b>TABLA 24</b> Número de investigadores entrevistados por departamento, del Instituto de Química	<b>105</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1</b> Evolución del PIB por país desde 2005 hasta 2013	<b>21</b>
<b>FIGURA 2</b> Evolución del número de patentes solicitadas por país. 2005-2014	<b>24</b>
<b>FIGURA 3</b> Evolución del número de patentes concedidas por país. 2005-2014	<b>25</b>
<b>FIGURA 4</b> Evolución del gasto I+D (%PIB nacional y millones de dólares) en México, 2007-2014	<b>26</b>
<b>FIGURA 5</b> Comparativo de patentes solicitadas y patentes concedidas (residentes+ extranjeros) mexicanas, 2000-2013	<b>28</b>
<b>FIGURA 6</b> Gráfico porcentual de solicitudes de patente en los principales sectores de la tecnología	<b>29</b>



<b>FIGURA 7</b> Gráfico porcentual de los recursos humanos en las principales áreas de investigación científica	<b>31</b>
<b>FIGURA 8</b> Evolución del egreso destinado a investigación científica comprado y del presupuesto total por años, para la UNAM	<b>33</b>
<b>FIGURA 9</b> Personal académico de la UNAM en el SNI por área de conocimiento	<b>35</b>
<b>FIGURA 10</b> Personal académico de la UNAM en el SNI por nivel	<b>36</b>
<b>FIGURA 11</b> Gráfica comparativa de artículos científicos publicados en revistas nacionales e internacionales por el SIC UNAM	<b>37</b>
<b>FIGURA 12</b> Proceso generalizado a partir de prácticas y estructuras organizacionales en las diferentes universidades	<b>47</b>
<b>FIGURA 13</b> Proceso realizado por la OTT UNAM	<b>65</b>
<b>FIGURA 14</b> Las cuatro fases de la metodología STEP	<b>69</b>
<b>FIGURA 15</b> Proceso generalizado MCDA	<b>74</b>
<b>FIGURA 16</b> Diagrama del proceso particular para Análisis de proyectos con posible potencial tecnológico. Clasificación e identificación	<b>75</b>
<b>FIGURA 17</b> Diagrama de propuestas	<b>86</b>
<b>FIGURA 18</b> Ubicación jerárquica de los grupos de expertos	<b>89</b>
<b>FIGURA 18</b> Ejemplo de un diagrama AHP	<b>96</b>

## RESUMEN

La Universidad Nacional Autónoma de México es la máxima casa de estudios mexicana. Es reconocida por mexicanos y extranjeros como una universidad de grandes capacidades, donde sus científicos, cuentan con las herramientas y el nivel necesario para realizar proyectos de gran potencial.

En contexto mundial y por ende nacional, el desarrollo del entorno está inmerso en cambios acelerados: por ejemplo, la globalización de la economía y el desarrollo tecnológico y científico, que se han convertido en factores determinantes para el avance de la sociedad.

Hoy en día la Universidad cuenta con grandes proyectos de ciencia básica y logra con ello obtener nuevos conocimientos y progreso científico; sin embargo, las condiciones políticas, económicas y sociales, han menguado en gran parte el potencial tecnológico de las investigaciones científicas de la UNAM.

Actualmente la investigación tecnológica y su modelo de gestión, en esta institución, se encuentra disperso entre los diversos organismos encargados de este tema.

Recientemente, su personal científico ha reconocido su capacidad y posible potencial en el desarrollo de innovación tecnológica, por lo cual surge la necesidad de una nueva forma de liderazgo que las autoridades de la Universidad deben satisfacer. Del mismo modo que deben impulsar el reconocimiento de la dinamización entre universidad-empresa, para con ello reforzar el compromiso, la productividad, el impacto y el desarrollo de la Universidad.

Bajo estas premisas, el tema de este trabajo es la generación de un método que permita la elección, en etapas tempranas, de aquellas investigaciones del Subsistema de la Investigación Científica (SIC) de la UNAM que contengan un amplio potencial tecnológico.

Para ello se realizaron investigaciones exhaustivas sobre los siguientes temas:

- Tipos de investigación; resultado de ello se generó una propuesta para la clasificación de las investigaciones de la UNAM.
- Metodologías de identificación temprana para el potencial de nuevas tecnologías.
- Situación actual de la gestión de la investigación en el SIC UNAM (investigación documental y en campo (entrevistas)).
- Prácticas y procesos universitarios en el desarrollo de la investigación que siguen algunas universidades que se encuentran en los primeros lugares del ranking mundial (ver Anexo 1).

Tomando en cuenta los resultados de cada investigación, se desarrolló una propuesta metodológica de clasificación por tipos de investigación y que permita identificar en etapas tempranas, el potencial tecnológico de las investigaciones realizadas en los laboratorios de SIC UNAM.

Con lo que se pretende ayudar a todos los científicos pertenecientes al SIC, a conocer el estado de su investigación, ampliar su panorama respecto a los apoyos, procesos y beneficios que puede generar.

Así como mejorar la comunicación entre los investigadores, personal administrativo e investigadores y universidad-empresa. Y mantener un control del estado de las investigaciones en la Universidad.

Anexo a esto se presenta un estudio de caso cuyo principal objetivo es responder, de manera cualitativa, la siguiente pregunta: ¿Cuál es la situación tecnológica de la investigación Química en el Instituto de Química de la UNAM?. Siendo importante aclarar que este estudio cualitativo, no implica la aplicación de la metodología de clasificación e identificación de investigaciones con potencial tecnológico, anteriormente mencionada, pues puede considerarse un estudio panorámico previo a tal aplicación.

El estudio de caso se basó en la elaboración y análisis de entrevistas personales, en algunos laboratorios del Instituto, reconociendo que el Instituto requiere

reorientar sus objetivos, motivar y convencer a sus investigadores de la capacidad innovativa e influencia en el posible bienestar de su sociedad.

Finalmente se reconoce que el impacto de la Universidad, su progreso, desarrollo y valor depende no sólo de un buen sistema de gestión, si no de la cooperación entre todos quienes son parte de la UNAM.

**Palabras clave:** Investigación científica, Innovación y desarrollo científico (I+D), Potencial tecnológico.

## **OBJETIVOS**

- I. Proponer una metodología de identificación temprana del potencial tecnológico de una investigación científica en la UNAM (SIC).
- II. Proponer el desarrollo de una estructura organizacional que facilite la clasificación del tipo de investigación y promueva su desarrollo de acuerdo a sus necesidades.
- III. Promover la vinculación de una organización (pública o privada) con la universidad, con la finalidad de potenciar la investigación aplicada y tecnológica.
- IV. Realizar un estudio de caso, que permita conocer el estado de la investigación Química en la UNAM (Instituto de Química).

## **PREMISAS DE INVESTIGACIÓN**

La UNAM es una Universidad donde la investigación científica básica es dominante en su sistema (cuya importancia es invaluable), pero también su personal posee la capacidad y la tecnología para desarrollar proyectos tecnológicos en beneficio de su sociedad.

El desarrollo de una metodología que permita identificar el potencial tecnológico de las investigaciones del SIC UNAM en etapas tempranas, requiere la adopción de técnicas en conjunto, debido a la diversidad de áreas de investigación desarrolladas en cada laboratorio.

El éxito de la metodología radica en gran parte en la colaboración de los investigadores y en su interés en realizar actividades tecnológicas.

Se requiere de una herramienta homogénea que les permita conocer a todos los investigadores del SIC, cuáles son las investigaciones que se están realizando en los laboratorios, así como cuáles son los equipos especializados con los que cuentan a fin de favorecer la cooperación interdisciplinaria.

Una buena gestión de la investigación requiere que los investigadores conozcan a su sociedad, sus necesidades y reconozcan su impacto en el mercado correspondiente.

El Instituto de Química requiere de un impulso externo para dirigir su investigación hacia el campo tecnológico y los investigadores deben incluir en su visión el interés por generar mayor número de vínculos entre investigadores y de ser posible con empresas.

## 1. INTRODUCCIÓN

La innovación (introducción de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio) de un proceso, de un método de comercialización o método organizativo en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores) y el acceso al conocimiento son elementos decisivos para los procesos de desarrollo económico.

No obstante, aunque la globalización facilita una expansión sin precedentes del conocimiento, la sociedad del siglo XXI tiene aún pendiente garantizar un acceso equitativo a los beneficios de la innovación para expandir las oportunidades de progreso a todos los pueblos.

En este contexto, las políticas internacionales de cooperación científico tecnológica para el desarrollo pretenden promover el progreso tecnológico, científico e innovador de los países en desarrollo.

El proceso de innovación suele clasificarse de la siguiente manera:

a) Por su Naturaleza:

- **Producto:** Introducción de un bien o servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o su uso. Incluye la mejora significativa de las características técnicas, los componentes y los materiales, la informática, facilidad de uso o características funcionales.
- **Proceso:** Es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de distribución o producción. Ello implica cambios en las técnicas, materiales o programas informáticos.
- **Mercadotecnia:** Aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño, el envasado, posicionamiento o tarificación de un producto.
- **Organizacional:** Introducción un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar del trabajo o las relaciones exteriores de la empresa.

b) Por su grado:

- Radical
- mejora progresiva

c) Por su nivel científico.

Las actividades de innovación tecnológica son el conjunto de etapas científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales, incluyendo las inversiones en nuevos conocimientos, que llevan o que intentan llevar a la implementación de productos y de procesos nuevos o mejorados. Pero también incluye la adquisición de tecnología no incorporada y el “know-how”, la adquisición de tecnología incorporada, la puesta a punto de las herramientas y la ingeniería industrial, el diseño industrial, la adquisición de capital, el inicio de la fabricación y la comercialización de productos nuevos y mejorados.

Sin duda la innovación tecnológica es una fuente principal de adquisición de mejoras competitivas “genuinas”, “sustentables” y “acumulativas”.

Por ventajas “genuinas” se refiere al logro de ventajas competitivas a partir de la acumulación de conocimientos, el desarrollo de habilidades y el aprovechamiento de capacidades (naturales o adquiridas) que permiten a las empresas e instituciones (y por extensión a los países) destacarse competitivamente.

Por “sustentables” se entiende, principalmente, aquellas ventajas que, aun dependiendo de la explotación de recursos naturales, no implican la degradación de los mismos ni el deterioro del medio ambiente, ya sea por la utilización de tecnologías “limpias” o por una gestión ambiental atenta a la preservación de los recursos.

El término “acumulativas”, por último, alude al papel condicionante de la trayectoria futura que encierra la conducta tecnológica de las empresas o instituciones y a la generación de externalidades vinculada a los procesos de aprendizaje y mejoramiento tecnológico.



El proceso de **Innovación Tecnológica** comprende:

- La adquisición de tecnología
- El “know-how”
- **El desarrollo de actividades investigación y desarrollo experimental (I+D)**
- Diseño
- Fabricación y
- Comercialización de productos nuevos y mejorados.

Donde las actividades I+D forman parte de la actividad científica y tecnológica que además incluye solicitud de fondos financieros, gestión, así como la **cooperación universidad-empresa**, formación científica y técnica, servicios científicos y técnicos (control de calidad, licencias, patentes).

El desarrollo de actividades I+D (que comprende la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental) es una parte del proceso de innovación porque es utilizada como fuente de ideas creadoras y también para resolverlos problemas que pueden surgir en cualquier fase del proceso hasta su culminación.

De tal forma que el proceso de innovación es fundamental para el crecimiento de la producción, la productividad, el desarrollo y competitividad de una organización y la economía de un país.

Por tanto la capacidad innovadora de un sistema (regional, nacional o internacional) no sólo depende de su esfuerzo cuantitativo en I+D y de su infraestructura tecnológica, sino también de la generación de externalidades a través de la interacción entre los distintos agentes del sistema, como las empresas, las administraciones públicas, las universidades y los organismos de investigación.

La UNAM siendo la máxima casa de estudios, tiene como uno de sus objetivos:

*“Consolidar la posición de vanguardia de la investigación universitaria en todas las áreas, tipos y niveles en que se lleva a efecto, e incrementar su vinculación con los asuntos y problemas prioritarios para el desarrollo nacional, lo que implicará mejorar su calidad y productividad y propiciar una mayor proyección internacional. Fortalecer el trabajo y la proyección de las humanidades, las ciencias sociales y los programas universitarios”*

*Plan de Desarrollo de la Universidad 2011-2015.*

La Coordinación de la Investigación Científica (CIC) en busca de cumplir con el objetivo anteriormente mencionado y con ayuda de la Coordinación de Gestión de Calidad Productiva (CGCP), decidió iniciar un proyecto que permita identificar de manera oportuna aquellas investigaciones que tengan o puedan tener potencial tecnológico y poder gestionar, promover y apoyar de manera adecuada su desarrollo y evolución. Para lograr satisfacer las necesidades de su sociedad y maximizar el impacto, la competitividad y presencia de la UNAM.

## 2. INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

A lo largo del mundo (en países de diverso grado de desarrollo) es palpable el interés por captar, procesar y analizar información confiable que dé cuenta de la evolución y las características que asumen, en cada caso, los procesos de innovación tecnológica.

El seguimiento de los procesos innovativos debe apuntar no sólo a conocer las magnitudes (los aspectos cuantitativos), sino también las características (los aspectos cualitativos) de esos procesos, con el propósito de obtener evidencias respecto del sendero de desarrollo por el que transita una economía, aspecto que adquiere un enorme valor estratégico en la formulación de políticas.

Por lo tanto, es imprescindible lograr que los resultados de los esfuerzos realizados en cada país sean comparables con otros que se efectúen tanto a nivel regional como internacional, si se quiere asegurar la utilidad de los indicadores que se construyan.

En junio de 1963 la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), celebró una reunión de expertos nacionales en estadísticas de investigación y desarrollo (NESTI) en la Villa Falconieri de Frascati, Italia.

Resultado de sus trabajos surgió la primera versión oficial de la Propuesta de Norma Práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental, más conocida como el "Manual de Frascati". Actualmente esta publicación existe en su sexta edición.

Desde la publicación de la quinta edición en 1994, el papel esencial de la I+D y de la innovación en la economía fundada en el conocimiento, ha suscitado un creciente interés. Por lo cual, es importante disponer de estadísticas e indicadores fiables y comparables que permitan garantizar el seguimiento de la I+D

En el contexto de la economía basada en el conocimiento, es cada vez más evidente que los datos deben examinarse en un marco conceptual que permita relacionarlos con otros medios disponibles y con los resultados derivados de las actividades de I+D de que se trate.

Uno de los principales indicadores propuestos son los gastos dedicados a I+D.

De acuerdo con la OCDE, el gasto en I+D es un indicador sobre los esfuerzos de innovación de los países basados en la investigación y el desarrollo, que comprende un trabajo creativo para emprender una base sistemática y ordenada que incremente el valor del conocimiento (incluyendo el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad) y que ese nuevo conocimiento permita idear aplicaciones.

La I+D comprende 3 actividades:

Investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental.

Otro indicador considerado por la OCDE son el número de investigadores; aquellos actores que se encuentran en el departamento de investigación y desarrollo encargados de la creación y concepción de nuevo conocimiento, productos, procesos, métodos o sistemas, incluyendo trabajos de investigación y el personal empleado en esas actividades. A efectos de comparación internacional, los datos relativos a la utilización del personal científico y técnico ofrecen un medio concreto de medir los recursos dedicados a la I+D.

Las patentes son un indicador que provee una medida de las invenciones de cada país y ofrecen una fuente de información con detalles únicos acerca de la actividad inventora. Los datos de patentes complementan otros datos de ciencia y tecnología (CyT), y el uso de manera conjunta de distintos tipos de indicadores, da cuenta de manera más certera del desarrollo científico, tecnológico y económico de un país o entidad.

Las patentes constituyen una forma de proteger los inventos que desarrollan las empresas, instituciones o personas, y como tales son susceptibles de interpretación como indicadores de la actividad inventiva.

Sin embargo, los indicadores de patentes tienen también inconvenientes, razón por la cual deben usarse e interpretarse con cuidado. No todas las invenciones se patentan, ya que las compañías o entidades pueden preferir el secreto o considerar poco necesario el proceso de protección (por diversas razones).

Las patentes son instrumentos jurídicos que se usan en la vida económica que protegen una invención (Artículo 28 del Acuerdo de la OMC sobre Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio [ADPIC]).

La finalidad declarada del sistema de patentes es fomentar la invención y el progreso técnico facilitando un plazo temporal de exclusividad sobre la invención a cambio de su divulgación. Al ofrecer protección y exclusividad, la patente constituye un instrumento político cuya finalidad es alentar a los inventores a que inviertan en investigación y en el trabajo de innovación posterior que conseguirá que esas invenciones tengan una aplicación práctica.

Las patentes refuerzan la actividad inventiva de distintas maneras. Ya que por revelar nuevos conocimientos a través de la divulgación de las invenciones, difunden información que de otro modo se guardaría en secreto, permitiendo con ello a otros inventores desarrollar productos nuevos. Al difundir información sobre invenciones que se han conseguido y están protegidas, el sistema de patentes evita también la duplicación inútil del esfuerzo en I+D, alentando a los investigadores a concentrarse en áreas realmente novedosas.

Si bien las solicitudes de patentes constituyen un indicador del éxito en la labor investigadora, en especial en una línea determinada de investigación o en un programa, las patentes no reflejan todo el esfuerzo de investigación e innovación que hay detrás de una invención.

Es necesario recordar que una invención amparada en una patente (un producto o un proceso nuevo) no necesariamente tiene que aplicarse en la industria. Existen informes de que muchas patentes no llegan a aplicarse nunca porque, habiendo presentado una solicitud, el inventor se da cuenta de que la invención no reúne suficiente valor económico o que existe una superior que puede comercializarse más rápidamente. De esta manera, las patentes pueden también considerarse

como un paso intermedio entre la I+D (la fase previa) y la innovación (fase en la que la invención se aplica en los procesos económicos).

Una vez mostrados los principales indicadores de ciencia y tecnología, se presentan datos estadísticos recabados para México y distintos países, considerados dominantes por su desarrollo económico y tecnológico, lo que permitirá conocer un poco el marco teórico del presente trabajo.

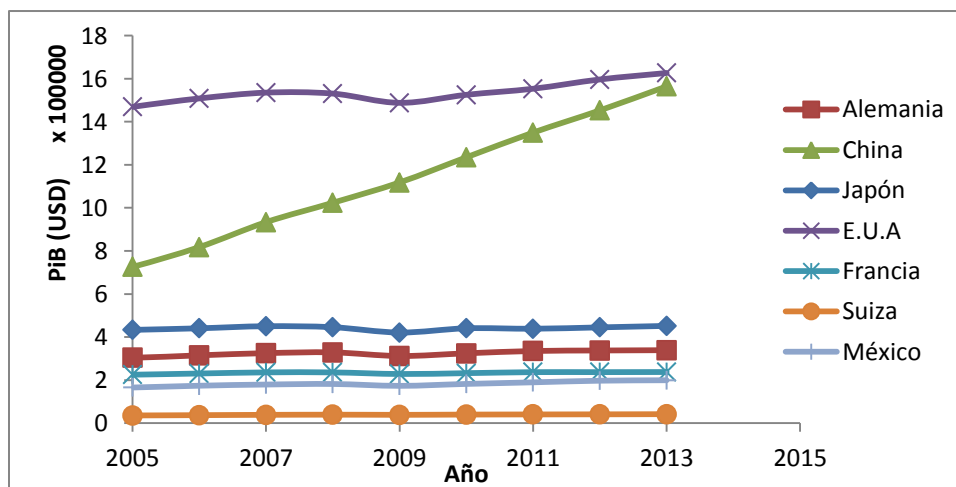
## 2.1 Indicadores (CyT) México y otros países

El Producto Interno Bruto (PIB) es una magnitud macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país (o una región) durante un período determinado de tiempo (normalmente un año).

La figura 1, permite ubicar el desarrollo económico que tiene México frente a otros países donde China es un caso de inmensa evolución.

México a pesar de poseer mayor biodiversidad y población que Suiza (8.081 millones de habitantes) o Francia (66.03 millones de habitantes), México (122.3 millones de habitantes), (Banco Mundial, 2013), es superado en el nivel de desarrollo económico por estos pequeños países.

**Figura 1. Evolución del PIB por país desde 2005 hasta 2013**



**Fuente:** Creación propia basado en: Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Perfiles estadísticos de los países.

Como se mencionó anteriormente el gasto en actividades I+D por parte de los países es uno de los indicadores más reconocidos para ubicarlos en sus procesos de Ciencia y Tecnología. Nuevamente ubicamos a México (Tabla 1) como el país que menos invierte en este aspecto, quedando por mucho, debajo de los otros países, notando que el incremento ha sido prácticamente nulo y por lo tanto aún no se tiene conciencia de la importancia de la ciencia, en procesos productivos y por ende en la economía mexicana.

**Tabla 1**

**Gasto en actividades I+D por países(% PIB)**

Año	Japón	Alemania	China	E.U.A	Francia	México
2010	3.25	2.8	1.76	2.74	2.24	0.46
2011	3.39	2.89	1.84	2.76	2.25	0.42
2012		2.92	1.98	2.79	2.26	0.43

**Fuente:** Creación propia basado en: Banco Mundial. Gasto en investigación y desarrollo (%PIB)

Se realizó la conversión de la inversión en I+D del %PIB a millones de dólares invertidos, pues debido a los valores distintos de PIB por país, pudiese darse una variación en las tendencias. Sin embargo, en la tabla 2 se reitera la ultima posición para México.

**Tabla 2**

**Gasto en actividades I+D por países (millones de dólares)**

Año	Japón	Alemania	China	E.U.A	Francia	México
2010	14319	9083	27658	41790	5202	838
2011	14869	9687	30365	42873	5331	796
2012	0	9855	32834	44543	5356	847

**Fuente:** Creación propia basado en: Banco Mundial. Gasto en investigación y desarrollo (%PIB)

**Tabla 3**

**Personal dedicado a actividades de I+D (incluyendo a estudiantes de doctorado) por cada millón de habitantes**

Año	Japón	Alemania	China	E.U.A	Francia	México
2010	5151	3095	890	3838	3851	382
2011	5158	4085	963	3979	3918	386
2012	5288	4139	1020	4280	3992	402

**Fuente:** Creación propia basado en: Banco Mundial. Personal dedicado a actividades de investigación y desarrollo (por millón de habitantes)

La tabla 3 permite conocer de la capacidad, interés o posibilidad real de los diversos países por formar a sus habitantes como personal I+D, se observa que por cada millón de habitantes de nuestro país menos de 500 se dedican a esta actividad, dejando a México nuevamente por debajo de los otros países más desarrollados.

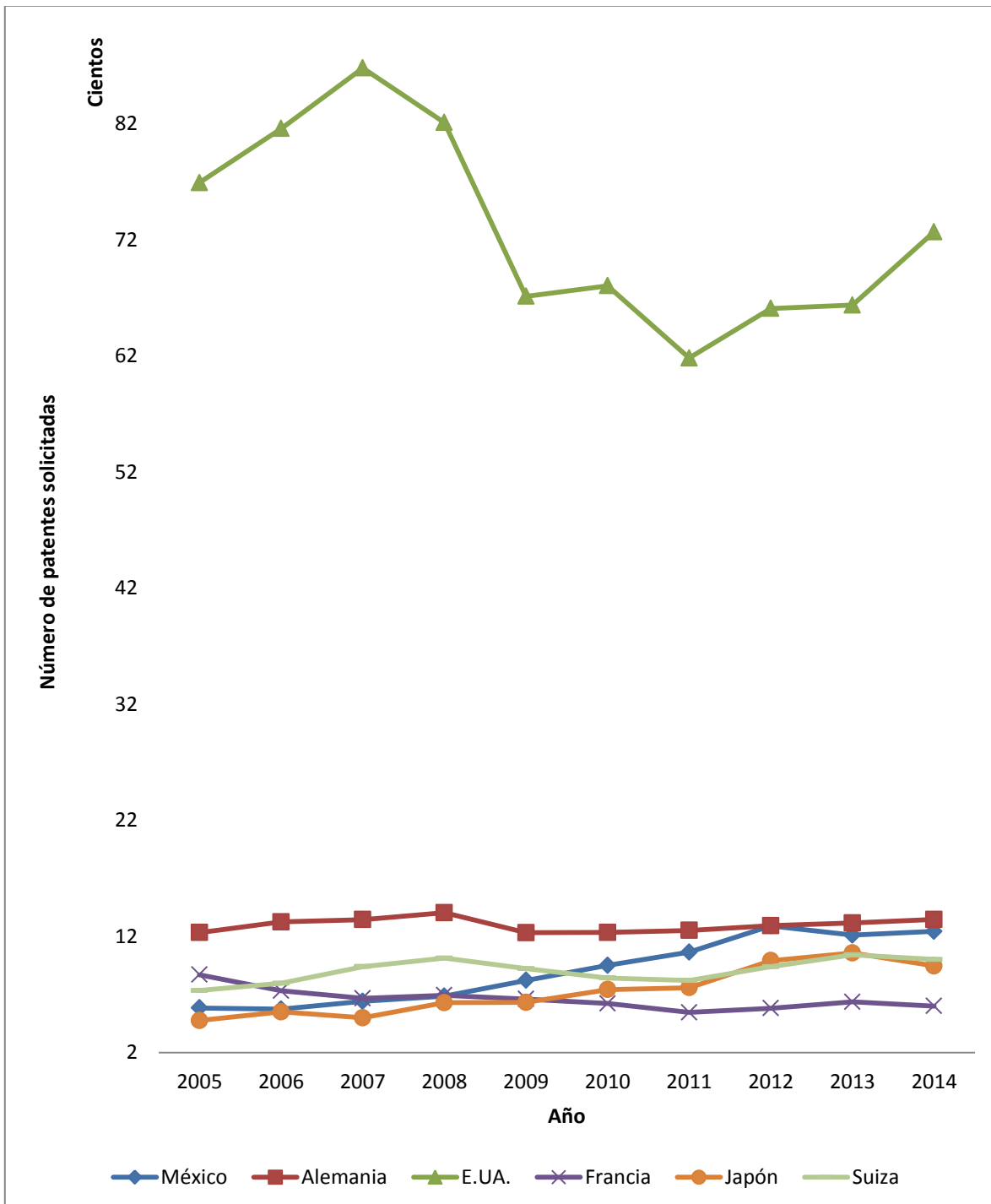
Las patentes dan cuenta de la actividad científica innovativa de cada país y a pesar de que la formación de personal I+D y el gasto federal mexicano de apoyo a estas actividades sea menor a otros países se puede notar que se está realizando un esfuerzo por parte de las entidades y personal dedicados a la ciencia por desarrollar investigaciones con nuevos enfoques o la creación de tecnologías, esto se refleja en el aumento sustancial de solicitudes de patentes en los últimos años (Figura 2. Esta información es del número de patentes solicitadas únicamente por residentes de cada país).

Sin embargo, a pesar del alto número de solicitudes, la cantidad de patentes concedidas a México son pocas, ubicándolo nuevamente en último lugar respecto a los países considerados en este análisis (Figura 3), esto refleja que aún hay mucho trabajo por hacer, cada día con mayor calidad y características competentes mundialmente.



**Figura 2**

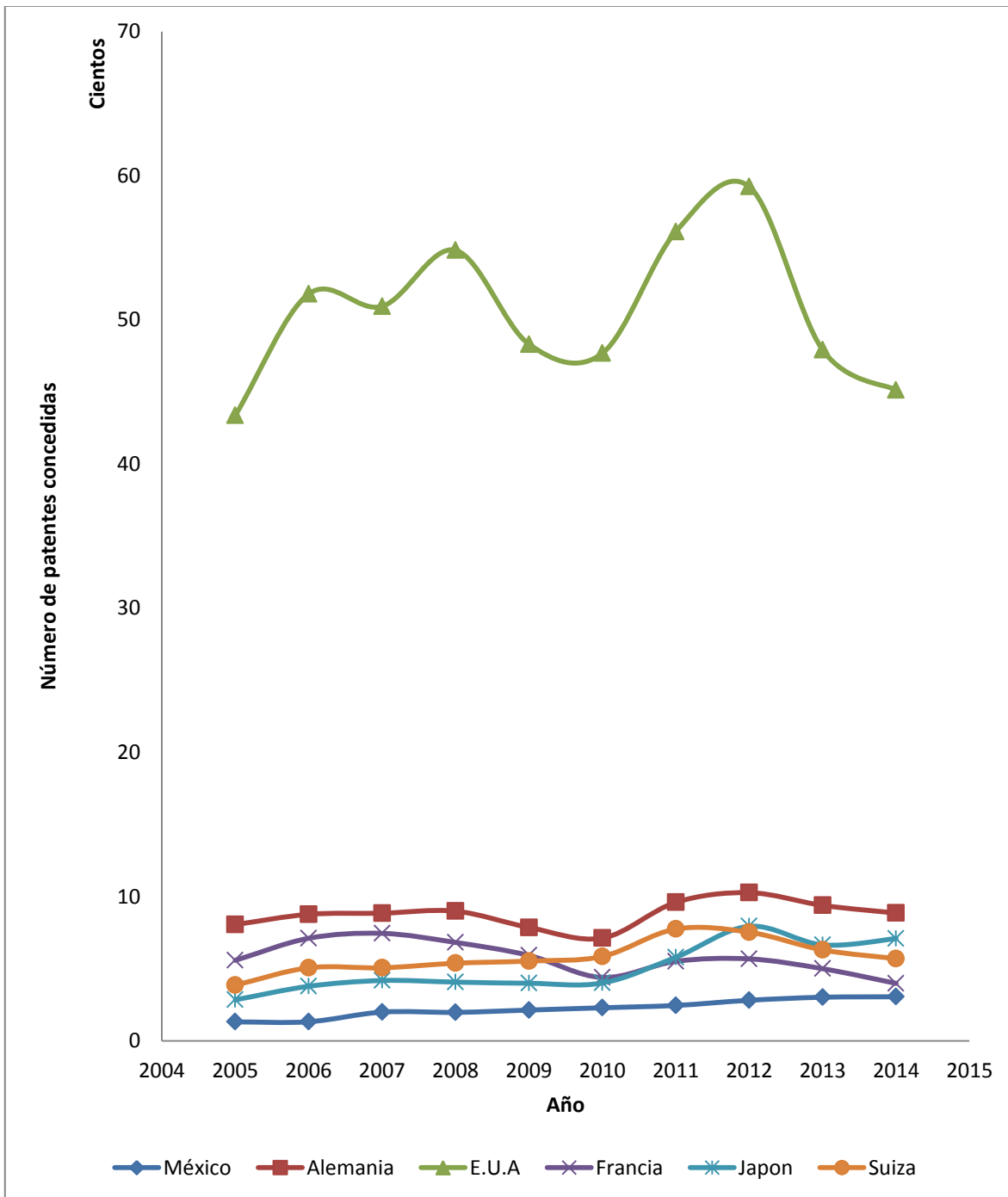
**Evolución del número de patentes solicitadas por país. 2005-2014**



**Fuente:** Creación propia basado en: Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Perfiles estadísticos de los países.

**Figura 3**

**Evolución del número de patentes concedidas por país. 2005-2014**



**Fuente:** Creación propia basado en: Organización Mundial de la propiedad Intelectual (OMPI). Perfiles estadísticos de los países.

## 2.2 Indicadores (CyT) en México

La siguiente tabla presenta la evolución del gasto I+D por parte del gobierno federal mexicano, desde el año 2007 hasta el 2014 (en porcentaje respecto al PIB nacional y su equivalencia en millones de pesos mexicanos):

**Tabla 4**

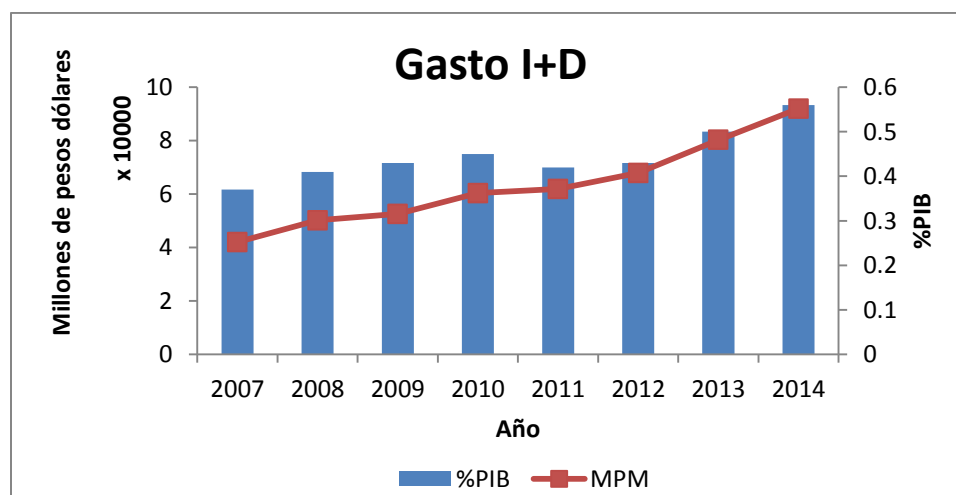
**Gasto I+D (%PIB nacional y millones de dólares) en México, 2007-2014**

Año	%PIB Nacional	Millones de dólares
2007	0.37	42
2008	0.41	50
2009	0.43	52
2010	0.45	60
2011	0.42	61
2012	0.43	67
2013	0.5	80
2014	0.56	91

**Fuente:** Creación propia basado en: Organización Mundial de la propiedad Intelectual (OMPI). Perfiles estadísticos de los países.

**Figura 4**

**Evolución del gasto I+D (%PIB nacional y millones de dólares) en México, 2007-2014**



**Fuente:** Creación propia basado en: Organización Mundial de la propiedad Intelectual (OMPI). Perfiles estadísticos de los países.

El gasto federal en actividades I+D, ha aumentado a lo largo del tiempo (figura 4), sin embargo, también han cambiado las tecnologías, su valor de adquisición y su pertinencia científica, por lo que cada día aumenta la necesidad de inversión en este ámbito. Al tiempo que también crece la necesidad de creer en la ciencia como parte del progreso económico y social de un país, y por lo tanto; proporcionar a lo mexicanos las armas para desarrollar proyectos, ciencia y tecnología cada día mejores.

La siguiente información hace referencia al número de patentes por residentes mexicanos + mexicanos en el extranjero en comparación con las patentes concedidas del año 2000 al 2013 y la evolución del PIB mexicano.

**Tabla 5**

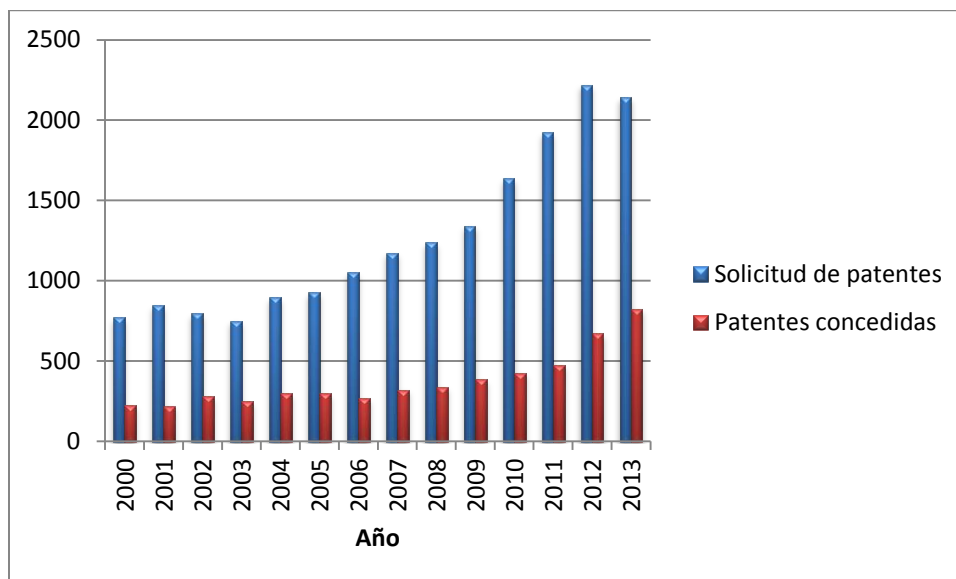
**PIB, Patentes solicitadas y concedidas (residentes+ extranjeros) mexicanas, 2000-2013**

<b>Año</b>	<b>Evolución del PIB (USD)</b>	<b>Solicitudes patentes</b>	<b>Patentes concedidas</b>
2000	771	1527	224
2001	848	1518	220
2002	797	1520	281
2003	749	1542	247
2004	895	1608	299
2005	927	1657	297
2006	1051	1740	268
2007	1173	1794	320
2008	1237	1819	338
2009	1341	1734	386
2010	1638	1823	424
2011	1924	1896	476
2012	2219	1972	670
2013	2139	1993	823

**Fuente:** Creación propia basado en: Organización Mundial de la propiedad Intelectual (OMPI). Perfiles estadísticos de los países.

**Figura 5**

**Comparativo de patentes solicitadas y patentes concedidas (residentes + extranjeros) mexicanas, 2000-2013**



**Fuente:** Creación propia basado en: Organización Mundial de la propiedad Intelectual (OMPI). Perfiles estadísticos de los países.

**Tabla 6**

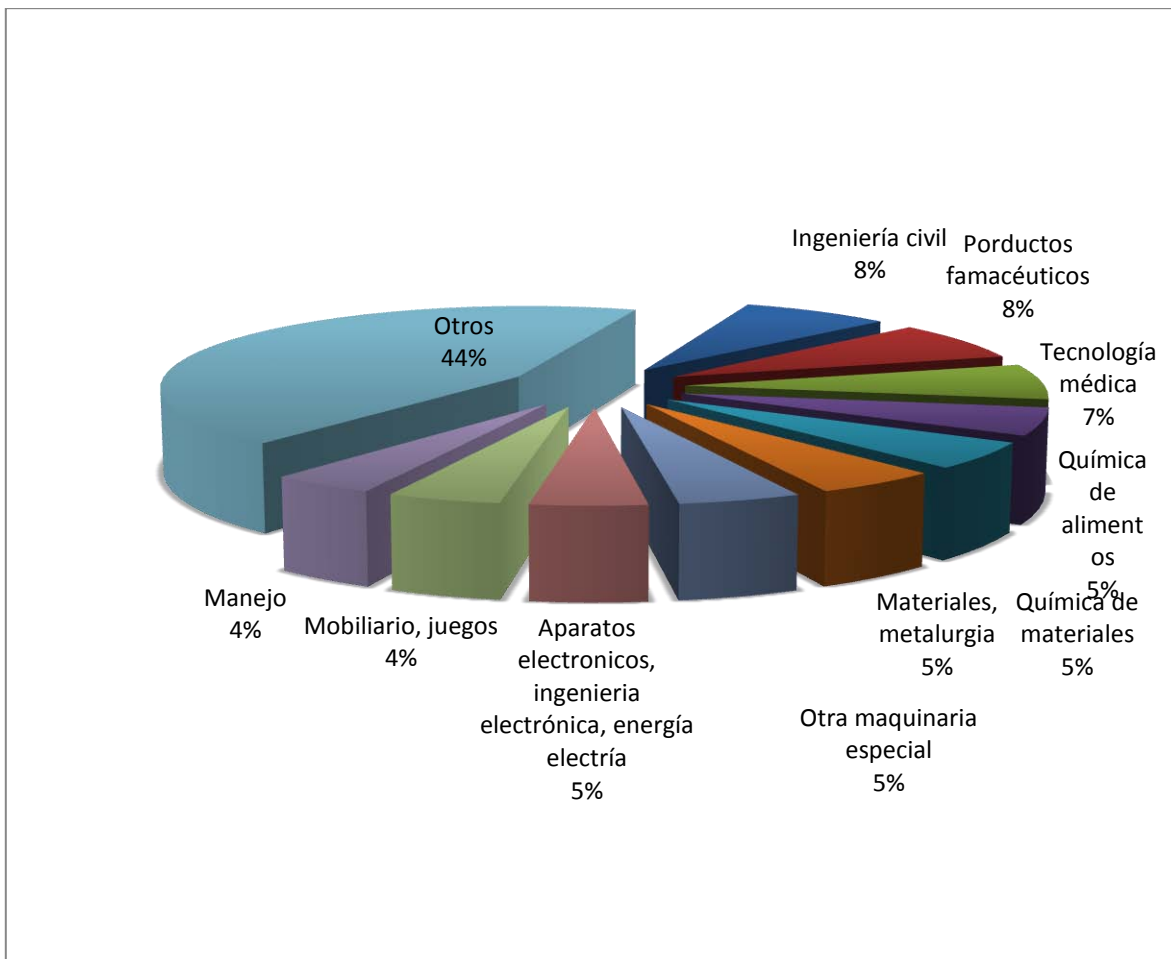
**Porcentaje de solicitudes de patente en los principales sectores de la tecnología**

Solicitudes de patente, por principales sectores de la tecnología	%
Ingeniería civil	7.59
Productos farmacéuticos	7.56
Tecnología médica	6.94
Química de alimentos	5.36
Química de materiales	5.21
Materiales, metalurgia	4.92
Otra maquinaria especial	4.79
Aparatos electrónicos, ingeniería electrónica, energía eléctrica	4.56
Mobiliario, juegos	4.42
Manejo	4.11
Otros	44.54

**Fuente:** Creación propia basado en: Organización Mundial de la propiedad Intelectual (OMPI). Perfiles estadísticos de los países

**Figura 6**

**Gráfico porcentual de solicitudes de patente en los principales sectores de la tecnología**



**Fuente:** Creación propia basado en: Organización Mundial de la propiedad Intelectual (OMPI). Perfiles estadísticos de los países.

La figura 5 muestra como las solicitudes de patentes han aumentado mucho en los últimos años, pero la concesión de éstas no ha sido proporcional a las solicitudes, a pesar del aumento. Es importante reconocer que se debe buscar conseguir la mayoría de las patentes y ello implica una conciencia mayor del entorno por parte de los investigadores, de su grado de innovación y su ambición competitiva y de progreso.

**Tabla 7**

**Recursos humanos de posgrado y miembros del Sistema Nacional de Investigadores en México (división entre investigación en áreas sociales y humanas e investigación científica)**

<b>Año</b>	<b>Total de recursos humanos de posgrado</b>	<b>Total de miembros del SIN</b>	<b>Ciencias sociales, humanidades y ciencias de la conducta.</b>	<b>Investigación científica</b>
2005	43922	10904	3167	7737
2006	36325	12096	3572	8524
2007	37949	13485	4023	9462
2008	37639	14681	4513	10168
2009	42973	15565	4863	10702
2010	46552	16600	5081	11519
2011	47128	17639	5309	12330
2012	49199	18554	5520	13034
2013	50430	19747	5915	13832
2014	52530	21358	6447	14911

**Fuente:** Creación propia basado en: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Estadísticas SNI

**Tabla 8**

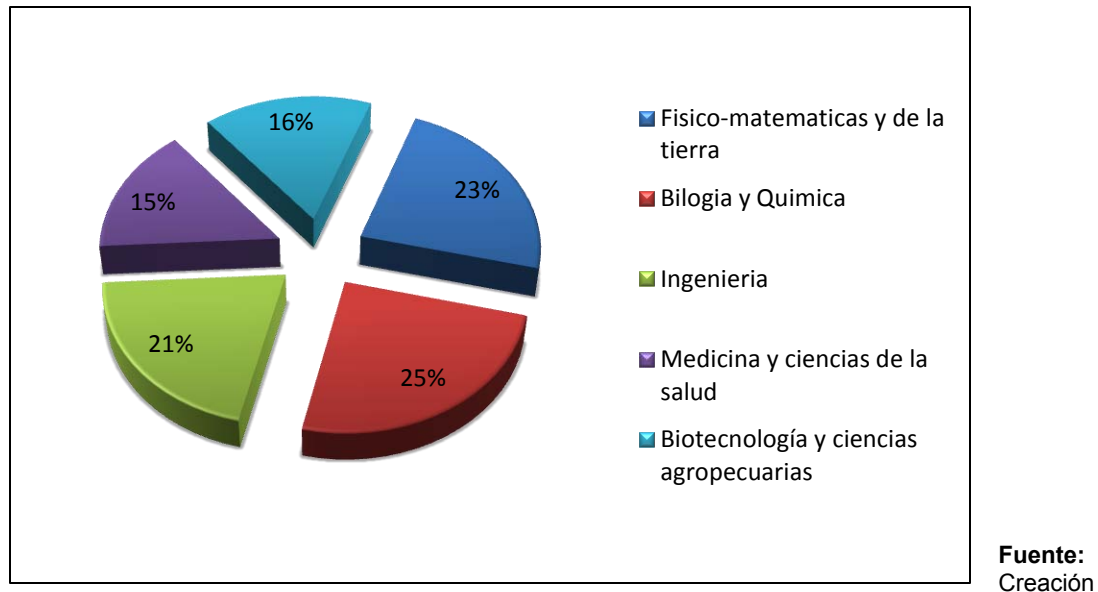
**Recursos humanos en las principales áreas de investigación científica**

<b>Año</b>	<b>Fisicomatemáticas y de la tierra</b>	<b>Biología y Química</b>	<b>Ingeniería</b>	<b>Medicina y ciencias de la salud</b>	<b>Biotecnología y ciencias agropecuarias</b>
2005	1968	1776	1568	1168	1257
2006	2074	1891	1775	1334	1441
2007	2277	2179	1991	1429	1586
2008	2478	2443	2091	1445	1711
2009	2600	2704	2238	1440	1720
2010	2708	2905	2448	1592	1866
2011	2854	3084	2641	1758	1993
2012	3004	3160	2779	1914	2177
2013	3201	3359	2910	2035	2327
2014	3459	3703	3047	2239	2443

**Fuente:** Creación propia basado en: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Estadísticas SNI

**Figura 7**

**Gráfico porcentual de los recursos humanos en las principales áreas de investigación científica 2014**



propia basado en: Agenda estadística UNAM. Numeralia: Portal de Estadística Universitaria

Finalmente la figura 7, representa el porcentaje de investigadores científicos por diferentes áreas de especialidad, es importante notar que estas áreas principales pueden desarrollar proyectos muy importantes que permitan mejorar las condiciones de vida de la población, por ejemplo; alimentación, contaminación, salud, etc.

En el marco Nacional, se observa que en todos los indicadores anteriormente presentados se ha logrado un aumento a lo largo del tiempo, mas al realizar una comparación con otros países de esta evolución, las cifras reflejan la gran falta de crecimiento y esfuerzo mexicano.

Es posible hablar de una relación proporcional entre el PIB y la inversión en actividades I+D, pues a pesar que una inversión implica un gasto aparente, las actividades innovativas (bien ejecutadas y gestionadas) no solo compensan esa inversión, también generan ganancias que son además de económicas, sociales.



Es cierto que la ciencia depende mucho del contexto cultural en que se desarrolle, pero es deber del país y sus autoridades implementar nuevas propuestas que demuestren, la confianza en sus investigadores (e impulsen su formación), reconozcan sus capacidades e incentiven el deseo de superación social.

En este contexto, es también obligación de las Universidades formar a personas con capacidades para desarrollar competentemente estas actividades. Sean pocas o muchas las personas que tengan la oportunidad de asistir a una Universidad, es deber de la misma lograr formar profesionistas, con valores, objetivos y metas íntegras, capaces de preocuparse por su sociedad y fomentar en ellos el gusto por la investigación.

### 3. ESTADO DEL ARTE

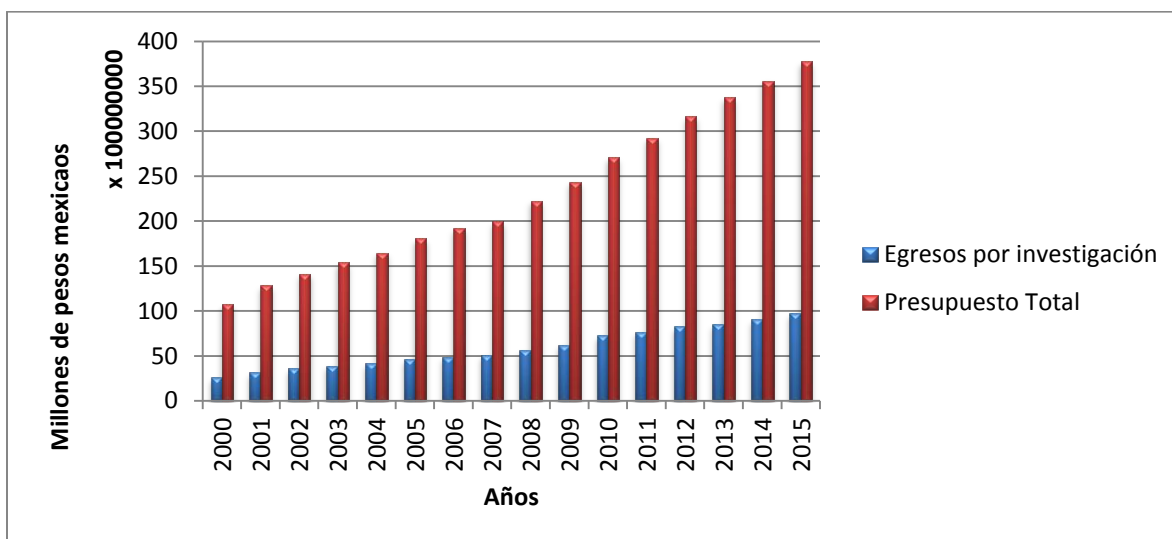
La UNAM, siendo la máxima casa de estudios y la principal universidad mexicana, tiene el poder y deber de ayudar a su sociedad en busca de una mejora económica, alimentación, desarrollo tecnológico y bienestar.

La Universidad ha aumentado, año con año, la inversión en investigación científica, logrando con esto generar un mayor número de proyectos, que puedan lograra corto o largo plazo un gran cúmulo de conocimiento y de manera ideal posibles aplicaciones tecnológicas.

En la siguiente figura se presenta la evolución del egreso que la UNAM ha destinado a la investigación científica, durante los últimos 16 años.

**Figura 8**

**Evolución del egreso destinado a investigación científica comprado y del presupuesto total por años, para la UNAM**



**Fuente:** Creación propia basado en: Agenda estadística UNAM. Numeralia: Portal de Estadística Universitaria

El incremento en la cantidad de egresos para las actividades de investigación científica por parte de la Universidad es notorio, sin embargo; se debe considerar, como ya se menciona, que la evolución de la tecnología y las nuevas necesidades de la sociedad requieren no sólo una mayor inversión, sino una inversión

suficiente que permita desarrollar mucha más investigación básica e impulsar su desarrollo tecnológico.

La mayor parte del personal académico de la UNAM registrado en el Sistema Nacional de Investigadores forma parte del SIC, seguido del número de investigadores que laboran en diferentes facultades. Es importante reconocer que independientemente de la dependencia en la que cada científico se desarrolle, todos tienen la capacidad de realizar investigaciones interdisciplinarias que, bajo un correcto sistema de comunicación, aportaran a la Universidad grandes logros y desarrollos.

**Tabla 9**

**Personal Académico de UNAM registrado en el SNI (Sistema Nacional de Investigadores), año 2014**

<b>Dependencia UNAM</b>	<b>Académicos</b>
Institutos y Centros de Investigación Humanística	632
Institutos y Centros de Investigación Científica	1,857
Facultades	952
Unidades Multidisciplinarias	255
Escuelas	14
Escuela Nacional Preparatoria	2
Colegio de Ciencias y Humanidades	3
Otras dependencias	18
<b>TOTAL</b>	<b>3,733</b>

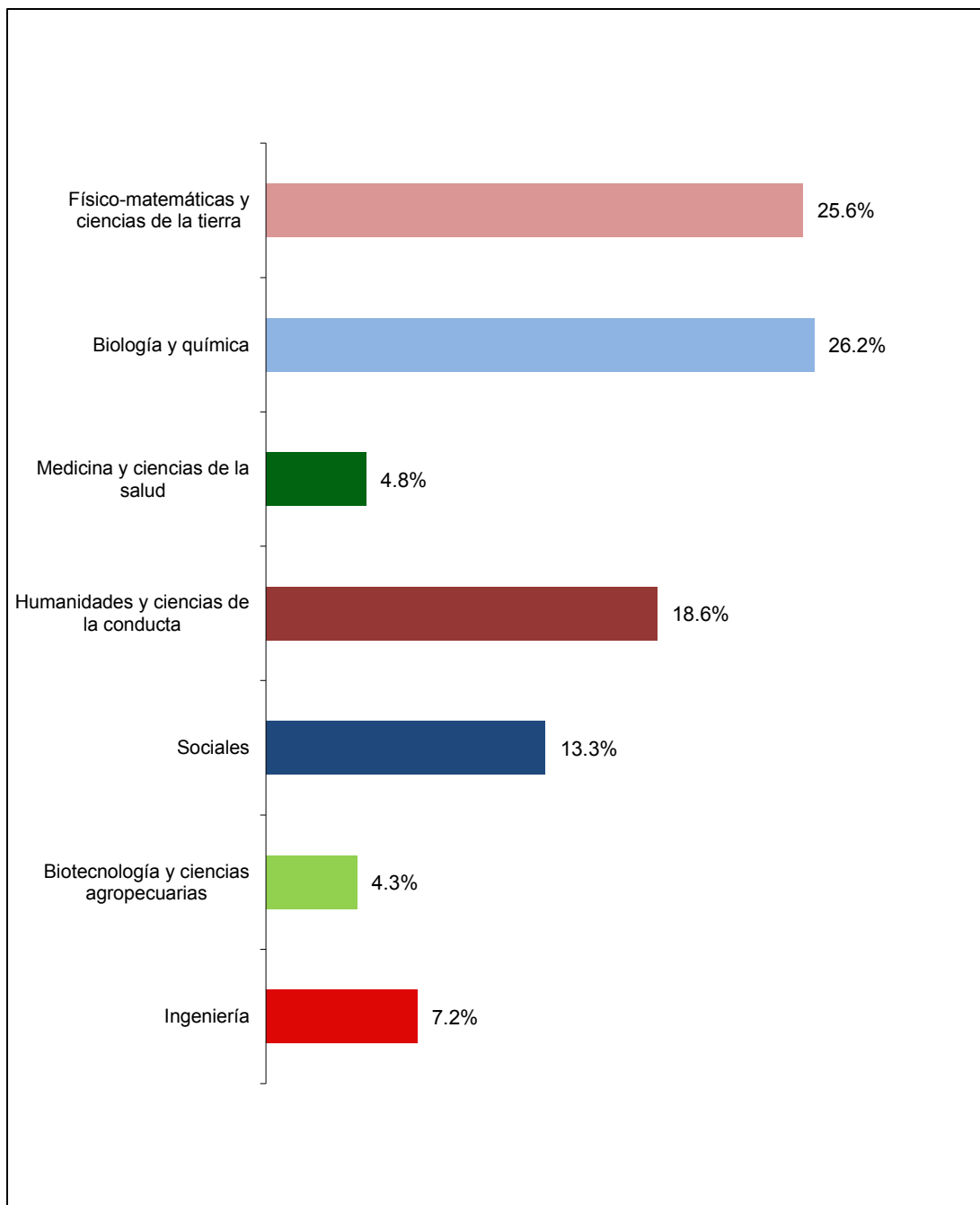
**Fuente:** Creación propia basado en: Agenda estadística UNAM. Numeralia: Portal de Estadística Universitaria

La tabla 9 da información sobre el personal académico de la UNAM por diversas áreas de conocimiento, donde se observa que las principales son Físico-Matemáticas, Ciencias de la Tierra, Biología y Química, las cuales tienen un amplio potencial en el desarrollo de nuevas tecnologías, de interés institucional, gubernamental o para iniciativa privada.

Aunque aún hace falta la integración de investigadores en áreas como la Medicina y Ciencias de la Salud o Ingeniería, que también son áreas de prioridad en el desarrollo de México.

**Figura 9**

**Personal académico de la UNAM en el SNI por área de conocimiento**



**Fuente:** Creación propia basado en: Agenda estadística UNAM. Numeralia: Portal de Estadística Universitaria

El Sistema Nacional de Investigadores tiene como objetivo reconocer la labor de las personas dedicadas a producir conocimiento científico y tecnología y promover el desarrollo de las actividades relacionadas con la investigación para fortalecer su calidad, desempeño y eficiencia.

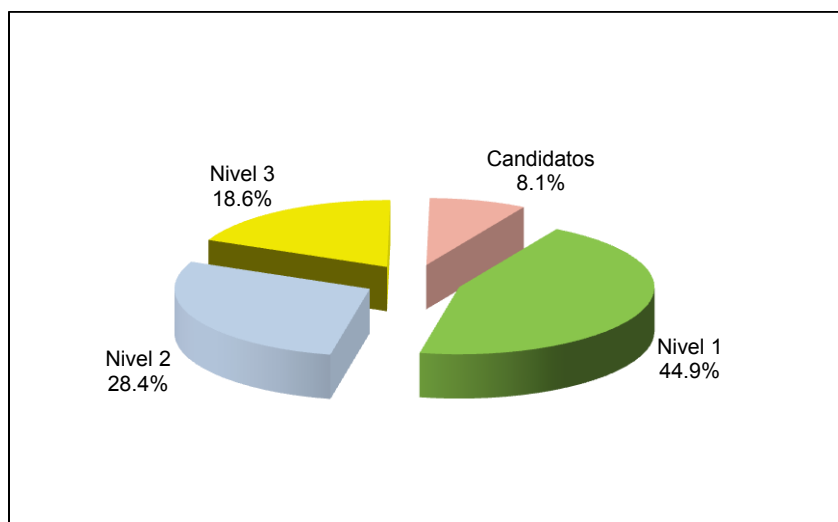
De acuerdo a diversos requisitos, los Investigadores reciben un título: “Investigador Nacional nivel III”, donde el título máximo es Investigador Nacional Emérito y cuyas remuneraciones, como requisitos son mayores.

La siguiente figura muestra el porcentaje de investigadores de la UNAM registrados en el SIN en el año 2014 de acuerdo a diferentes niveles.

De acuerdo a cada título se reconoce y premia al investigador con apoyos económicos y presencia a nivel nacional, para conservar estos títulos uno de los requisitos de evaluación es el **número** de artículos que publican como resultado de sus investigaciones.

**Figura 10**

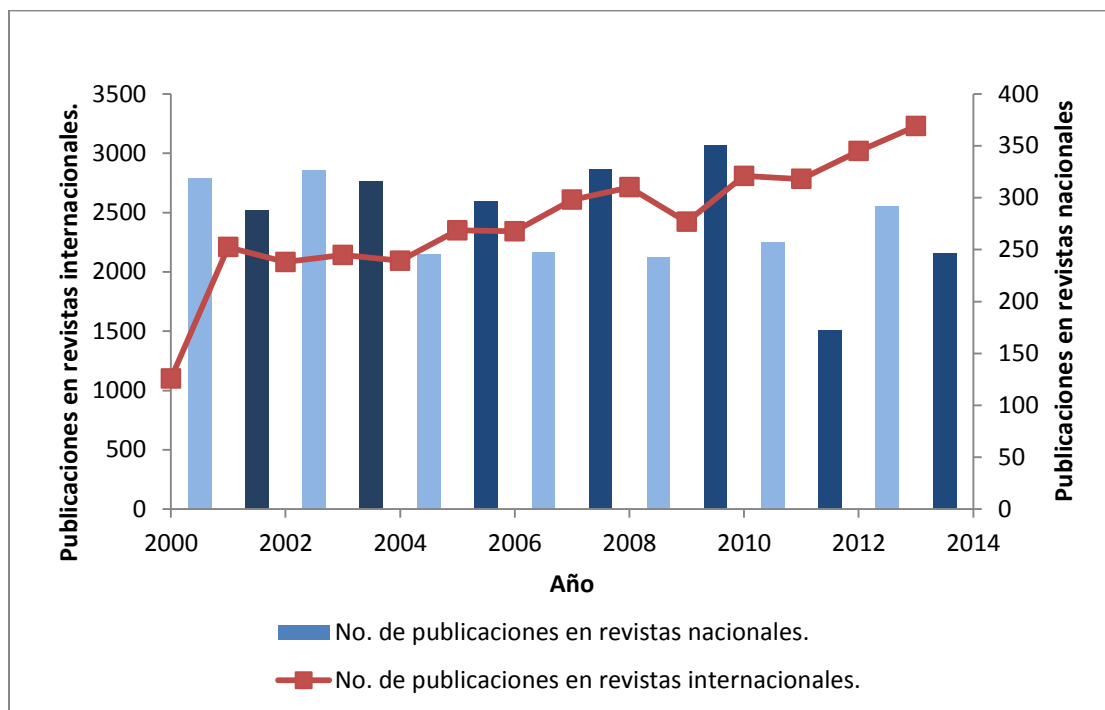
**Personal académico de la UNAM en el SNI por nivel**



**Fuente:** Creación propia basado en: Agenda estadística UNAM. Numeralia: Portal de Estadística Universitaria

**Figura 11**

**Gráfica comparativa de artículos científicos publicados en revistas nacionales e internacionales por el SIC UNAM**



Los resultados de una investigación se pueden difundir a través de la publicación de diversos artículos, en revistas nacionales o internacionales, que imponen requisitos de evaluación para ser aceptadas.

La figura 11, representa la evolución del número de publicaciones anuales totales que se hacen por los científicos del SIC desde el año 2000 hasta el 2014. Se puede notar que el número de artículos publicados en revistas internacionales, ha aumentado con el tiempo, hablando con ello de la generalización de los resultados de las investigaciones. En primera instancia, la Universidad esta cumpliendo con uno de sus objetivos; generar conocimiento y difundirlo.

Es necesario tomar en cuenta que si bien las publicaciones son el resultado de un trabajo constante, no refleja completamente el valor real de cada una de las investigaciones, debido a que el grado de novedad es también un grado de

incertidumbre en las investigaciones ya que pueden necesitar un largo periodo de tiempo para lograr obtener resultados que puedan ser publicados, pero al final pueden resultar tener gran consistencia e impacto en el progreso científico y tecnológico.

Por ello, las publicaciones además de ser evaluadas en cantidad, número de citas o por el impacto de la revista en que se publica, deben también evaluarse considerando la calidad de las investigaciones.

Los principales titulares de patentes en México reportados en el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI), se representan en la tabla 10, con estas cifras se puede notar que son muy pocas, a pesar de ser considerada la máxima casa de estudios, las patentes que tiene la Universidad. Estas cifras se han conservado desde el año 2013, lo que demuestra que a pesar de los esfuerzos, las concesiones de las patentes en México aun se encuentran en rezago.

Las patentes pueden considerarse como la etapa de transición en que los investigadores llevan su ciencia básica a un estado aplicado. Pues los requisitos para la concesión de una patente son: tener actividad inventiva, novedad y aplicación industrial, entre otras características. Un bajo nivel en estas cifras es un primer acercamiento que da cuenta (parcialmente), del estado (tipo) de las investigaciones en la UNAM: **Investigación Básica.**

**Tabla 10.**

**Principales titulares de patentes en México 2015**

<b>Entidad</b>	<b>#</b>
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	20
Universidad Nacional Autónoma de México	18
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N.	14
Grupo Bimbo, S.A.B. de C.V.	9
Grupo Petrotex, S.A. de C.V.	9
Instituto Mexicano del Petróleo	7
Mabe, s.a. de c.v.*	5

**Fuente:** Creación propia basado en: **IMPI en cifras 2015.**

En conclusión, la UNAM ha generado muchos proyectos y nuevo conocimiento básico en cada uno de sus laboratorios y ha hecho esfuerzos para que cada año aumenten los recursos económicos destinados a investigación, aunque hoy en día pueden ser insuficientes. Cuenta con investigadores con preparación adecuada y reconocimiento nacional e incluso internacional, que año con año, generan nuevas publicaciones y resultados, tratando de responder de la mejor manera, la confianza y apoyo que tienen de la Institución, pero también de la Nación.

Actualmente las autoridades están haciendo un esfuerzo por replantear los objetivos y ambiciones de los científicos, de tal modo que ellos mismos sean quienes con su capacidad e interés logren potencializar sus investigaciones, acompañados de un buen sistema de gestión, ya que también es deber de la Universidad buscar estrategias que permitan el despliegue de sus investigaciones y aumente la presencia en los indicadores internacionales.



## 4. DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 4.1 Etapa 1

#### 4.1.1. Referente a investigación

- a) Definición de los tipos de investigación
  - Búsqueda exhaustiva documental.
- b) Identificación de los aspectos característicos que cumple cada tipo de investigación
  - Análisis de las definiciones (1)
- c) Propuesta de un método que permita clasificar el tipo de investigación realizada en los laboratorios del SIC.
  - Mediante la creación de un portal Web que incluirá una encuesta que permita obtener información de los proyectos de investigación que se realizan en cada laboratorio.

#### 4.1.2. Referente a personal e infraestructura. (situación actual UNAM)

- a) Conocer la situación tecnológica y del personal que labora en cada laboratorio de la UNAM.
  - Mediante el uso del diagnóstico desarrollado por la CIC, "Sistema de enlace de los laboratorios Nacionales, Universitarios y Certificados del SIC de la UNAM.

#### 4.1.3. Referente a la institución. (situación actual UNAM)

- a) Conocer el proceso actual y las entidades existentes (oficinas o departamentos) encargados de la gestión y seguimiento del conocimiento e investigación en la UNAM.

- Búsqueda exhaustiva documental y posibles entrevistas en cada entidad que permitan conocer mejor las funciones en la gestión del conocimiento e investigación.

#### 4.1.4. Referente a la generación de propuestas

a) Generar un procedimiento que permita atender de manera correcta las necesidades de cada investigación realizada en la UNAM, su desarrollo y potencialización.

- Identificando las necesidades que implica una investigación básica, aplicada y una tecnológica (administrativas, financieras, tecnológicas y, si es el caso, vinculaciones)
- Y mediante una Investigación documental.

b) Desarrollar una metodología que permita identificar las investigaciones con potencial tecnológico realizadas en la UNAM.

- Mediante una investigación semi exhaustiva de las prácticas y procesos universitarios en el desarrollo de la investigación, alrededor del mundo.

c) Generar un procedimiento que permita reconocer la etapa en la que se encuentra la investigación con posible potencial tecnológico, así como las necesidades, el proceso de seguimiento y desarrollo y culminación de la misma.

- Mediante el desarrollo de una propuesta de evolución.

d) Proponer el uso de una herramienta que permita la generación de vínculos universidad-empresa.

## 4.2. Etapa 2

### 4.2.1. Estudio de caso

Realizar un estudio de caso cualitativo que permita responder a la siguiente pregunta:

¿Cuál es la situación tecnológica de la investigación Química en el Instituto de Química de la UNAM?

Mediante la Realización de un protocolo de caso que incluye:

Realizar una encuesta que permita conocer los factores que afectan o favorecen la investigación tecnológica en la entidad.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Referente a la investigación

#### 5.1.1. Clasificación por diferentes tipos de investigación

Para un encauzamiento de las investigaciones actuales es fundamental diferenciar el tipo de investigación que se realiza en cada laboratorio del SIC UNAM, utilizando la siguiente clasificación (definiciones propuestas después de la búsqueda exhaustiva y análisis de las definiciones existentes):

##### **a) Investigación Básica**

Denominada también pura o fundamental; son aquellos trabajos experimentales o teóricos que buscan el progreso científico (obtener nuevos conocimientos de fenómenos o hechos), a través del análisis de propiedades, estructuras y relaciones que permitan formular o contrastar hipótesis, teorías o leyes.

El investigador intenta encontrar los principios generales que gobiernan los diversos fenómenos de su interés, sin intención de una aplicación o utilidad determinada, ni con objetivos industriales (incluyendo la transferencia de los resultados a sectores responsables de su aplicación) o comerciales que a corto o largo plazo generen ventajas económicas o sociales.

##### **b) Investigación aplicada**

Son aquellos trabajos teóricos o experimentales que implican la consideración de todos los conocimientos existentes y su profundización, por lo cual, guarda una íntima relación con la investigación básica, pues hace uso de sus descubrimientos y avances obtenidos.

Se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los resultados de la investigación; para el desarrollo o mejora de productos, métodos, procesos, operaciones o sistemas en contextos o situaciones específicas.

### c) Investigación tecnológica

Consiste en hacer operacionalmente realizables trabajos sistemáticos o ideas basados en los conocimientos existentes obtenidos de la investigación o experiencia práctica.

Se dirige a la fabricación y comercialización de nuevos materiales, productos, dispositivos, procedimientos, sistemas y servicios o su mejora considerable. Buscando dar respuesta a una necesidad social, económica o política real.

De acuerdo con los objetivos iniciales planteados por cada investigador y los logros obtenidos durante el desarrollo de su protocolo de investigación, se realizará la clasificación del trabajo dentro de cualquiera de las categorías mencionadas con la finalidad de proporcionar los medios y satisfacer las necesidades adecuadamente en cada situación. Como parte importante de esta clasificación es esencial conocer la visión a futuro del investigador y las oportunidades potenciales del proyecto para, si es el caso, continuar con un proceso de vinculación con alguna organización.

Para una mejor utilización de dichas definiciones se presenta la siguiente tabla:

**Tabla 11**

#### **Análisis de las características de cada tipo de investigación, básica, aplicada y tecnológica**

CONCEPTO	Investigación básica	Investigación aplicada	Investigación tecnológica
Sujeto	Científicos universitarios, del sector público o privado quienes tienen libertad para fijarse sus propios objetivos.	Científicos (universitarios, del sector público, privado o gubernamental) quienes están inmersos en objetivos particulares.	Científicos (universitarios, del sector público, privado o gubernamental) quienes están inmersos en objetivos particulares (distintos a los de la investigación aplicada)
Objetivo	Obtener nuevos conocimientos acerca	Trabajos originales realizados para adquirir	Trabajos sistemáticos fundamentados

	de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.	nuevos conocimientos; sin embargo, se dirige fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.	en los conocimientos existentes obtenidos por la investigación o la experiencia práctica, cuyo objetivo se encamina a la aplicación técnicamente operable de los resultados.
Medio	Analiza propiedades, estructuras y relaciones involucradas, con objeto de formular y contrastar hipótesis, teorías o leyes.	Implica la consideración de todos los conocimientos existentes y su profundización, en un intento de solucionar problemas específicos	Implica la consideración de todos los conocimientos existentes y su profundización, en un intento de solucionar problemas específicos y capacidad industrial.
Finalidad	Sin intención de obtener a largo plazo ventajas económicas o sociales y sin un esfuerzo deliberado por aplicar los resultados a problemas prácticos ni transferirlos a los sectores responsables de su aplicación	La investigación aplicada se emprende para determinar los posibles usos de los resultados de la investigación básica. Los resultados, recaen, en primer lugar, sobre un producto único o un número limitado de productos, operaciones, métodos o sistemas, desarrollando ideas y las convierte en algo operativo. Los conocimientos o informaciones obtenidas de la investigación aplicada son a menudo patentados, aunque igualmente pueden permanecer secretos.	Se dirigen a la fabricación de nuevos materiales, productos o dispositivos, a establecer nuevos procedimientos, sistemas y servicios, o a mejorar considerablemente los que ya existen.

**Fuente:**

Creación propia en base a la recopilación de datos recabados en la investigación.

Con la finalidad de conocer los procesos de identificación, organización y apoyo hacia una investigación en diferentes instituciones educativas reconocidas a nivel mundial (ver Anexo 1), se realizó una investigación exhaustiva bajo el siguiente título:

5.1.2. Prácticas y procesos universitarios en el desarrollo de la investigación alrededor del mundo:

Se ha encontrado que universidades de renombre como; Harvard, Stanford, MIT, Cambridge, Ohio, King College London, UCL, Oxford, Universidad de Toronto, cuentan con un **sistema de investigación** con el siguiente esquema:

Se identifica el tipo de investigación y se guardan datos clave de dicha investigación, cuidando la propiedad intelectual. Si la ésta puede generar una invención tecnológica, existe una oficina de transferencia de tecnología; la cual protege las patentes (en las diferentes etapas de desarrollo), se encarga de la evaluación del mercado para el invento y gestiona las licencias para una empresa.

Al inicio de una nueva tecnología se crea un programa empresarial para el liderazgo de asuntos públicos, se generan becas para investigar y se da un capital para generar empresas *start up*, además ofrecen personal capacitado para negocios. Posteriormente se hace una competencia entre emprendedores alojados en un centro de innovación incubador.

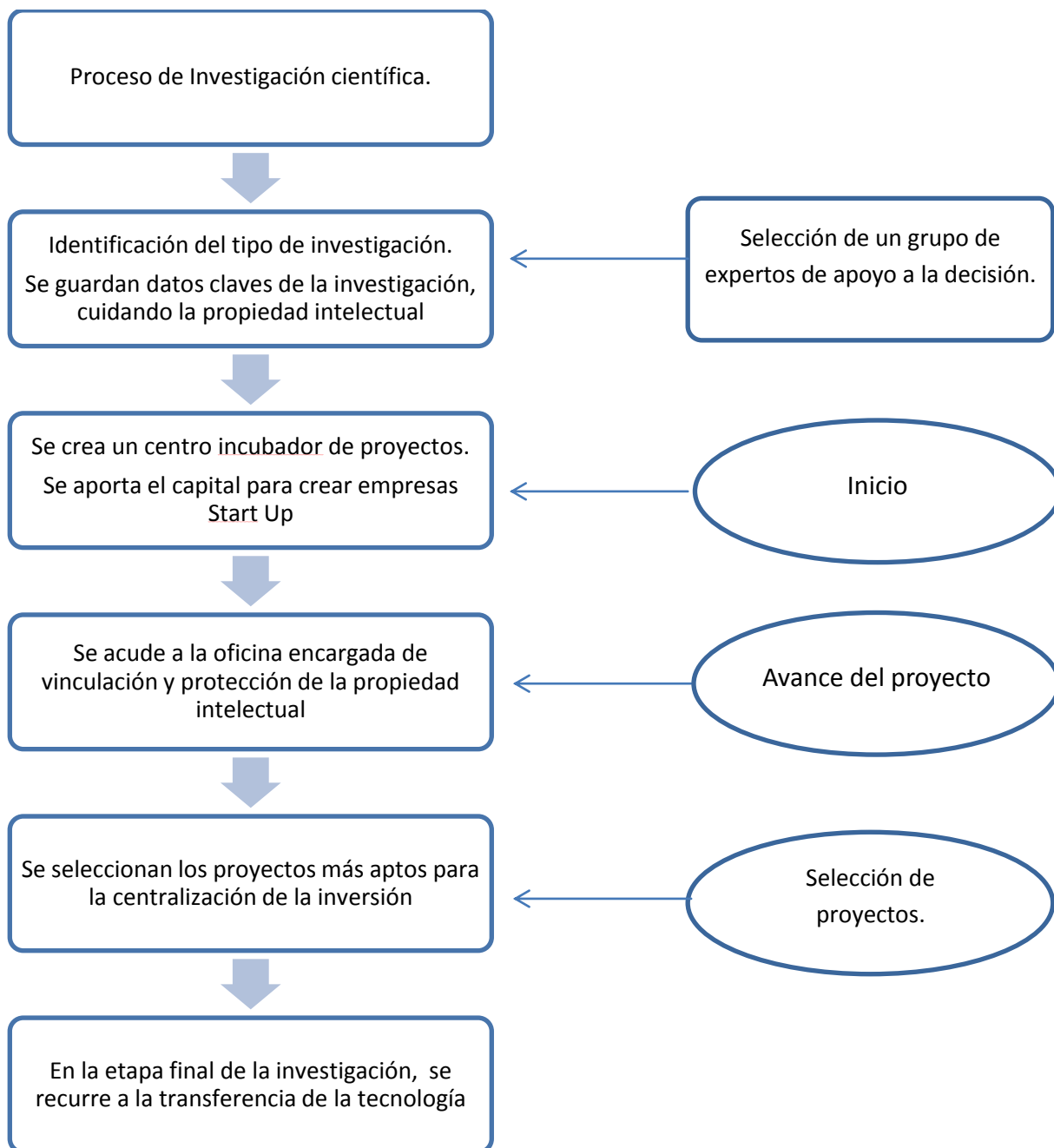
También se observó la presencia de centros de intercambio; así como centros de innovación, donde el primero se dedica principalmente a la creación de redes de comunicación entre clubes empresariales y estudiantes, mientras que el segundo es, por lo general, un espacio flexible equipado con acceso a redes y programas, directores de negocios y un departamento profesional de economía.

En una etapa posterior, existe una gran fundación universitaria, que es la oficina encargada del cuidado de la investigación, la información tecnológica, la protección intelectual y la evaluación del grado de desarrollo, las políticas y el impacto regional de la investigación.

Finalmente, se realiza la selección de proyectos donde se eligen aquellos donde se centrará la inversión y el apoyo tecnológico.

A continuación se presenta la Figura 12, la cual describe el proceso de investigación y las prácticas organizacionales revisadas en los párrafos anteriores.

**Figura 12: Proceso generalizado a partir de prácticas y estructuras organizacionales en las diferentes Universidades**



**Fuente:**

Creación propia en base a la recopilación de datos recabados en la investigación: Prácticas y procesos universitarios en el desarrollo de la investigación alrededor del mundo.



### 5.1.3. Grupos de expertos

Una parte determinante del desarrollo de una investigación, es el investigador a nivel personal y profesional. Por lo que se ha identificado la presencia de programas u oficinas de apoyo a la investigación dentro de las universidades, en algunos casos se tienen vínculos con empresas dedicadas a la elaboración de herramientas de apoyo a la investigación y a la gestión implícita de ésta. Este tipo de herramientas promueven que los investigadores cuenten con conocimientos fundamentales para el desarrollo de ciencia.

Estos conocimientos se agrupan bajo cuatro grandes dominios (A, B, C y D). Las tablas 12, 13, 14 y 15 presentan las características ideales que los investigadores necesitan para ejercer efectivamente la investigación.

**Tabla 12**

#### **Dominio A: Conocimiento y habilidades intelectuales**

El conocimiento, las habilidades intelectuales y las técnicas necesarias para la investigación.

##### **Conocimientos base:**

**Un requisito indispensable es el conocimiento teórico de los temas, los métodos de investigación y experiencia en la aplicación práctica.**

**El investigador debe manejar un gran número de fuentes de información (en varios idiomas) y tener un dominio sobre la gestión de la misma.**

Los conocimientos, incluyen:

Actualización de los temas, sus relaciones entre áreas (conciencia interdisciplinaria), métodos y técnicas para el diseño de la investigación.

Manejo de información (texto y software) y equipo especializado.

Su comportamiento es proactivo; es capaz de generar nuevas aportaciones, identificar, aplicar y desarrollar métodos experimentales o estudios teóricos, eficazmente.

##### **Habilidades cognitivas:**

**Incluyen el análisis crítico de un**

Comportamiento:

Es capaz de analizar y evaluar,

<p><b>problema, la capacidad de síntesis, evaluación y resolución de problemas.</b></p>	<p>original y críticamente los problemas (tomando en cuenta el entorno en que se desarrolla) y sus soluciones. posee capacidad de síntesis y de discriminación de información.</p> <p>Actitud: Crítica constructiva y capacidad de comunicación.</p>
---	--

<p><b>Creatividad:</b></p> <p><b>Requiere la capacidad de innovación constructiva e intelectual y visión amplia sobre el futuro.</b></p> <p><b>Tiene la capacidad para el manejo adecuado de riesgos y prevención.</b></p>	<p><b>Comportamiento:</b></p> <p>Busca el desarrollo de nuevos métodos de trabajo, productos o procesos, formulación de nuevas ideas y oportunidades, implementando en su proceso de investigación estrategias de mejora continua.</p> <p>Identifica nuevas tendencias de investigación y necesidades sociales reconociendo su potencial en la satisfacción de las mismas, creando nuevas oportunidades de desarrollo propio, su equipo y entidad.</p> <p>Es capaz de generar argumentos consistentes y persuasivos para defender su investigación y toma riesgos intelectuales y prácticos.</p> <p>Actitud:</p> <p>Es creativo, tiene imaginación, inquietud por la investigación y seguridad de sus capacidades.</p>
--	--

**Fuente:**

Adaptado de: Consejos de Investigación del Reino Unido (RCUK). (2009). Declaración de desarrollo investigador <http://www.kcl.ac.uk/study/pg/school/training/other-info/RDF.aspx>

**Tabla 13**

**Dominio B: Efectividad del personal**

Cualidades requeridas del personal y el enfoque necesario para poder realizar una investigación efectiva.

<p><b>Cualidades personales.</b></p> <p><b>Se requiere que el personal sea entusiasta, integro, perseverante, discreto y reflexivo. Tenga capacidad de decisión y responsabilidad propia y de sus colaboradores.</b></p>	<p><b>Actitud:</b></p> <p>Desarrolla sus investigaciones de manera entusiasta, con confianza en sus conocimientos y perseverancia.</p> <p>Es auto-reflexivo, con disposición al cambio, se esfuerza por obtener excelencia en su investigación, tiene la capacidad de transmitir el deseo consiente para desarrollar adecuadamente la investigación.</p> <p>Es independiente y autosuficiente.</p>
<p><b>Autogestión.</b></p> <p><b>Cuenta con la preparación adecuada y capacidad de dirección y ejecución de proyectos. Debe ser tolerante y saber manejar sentimientos de frustración o enojo.</b></p>	<p><b>Comportamiento:</b></p> <p>Es capaz de reconocer las necesidades de su investigación e incluir en ella nuevos enfoques o tendencias en la investigación.</p> <p>Busca la generación de resultados de calidad, de modo eficaz.</p> <p><b>Actitud:</b></p> <p>Genera estrategias de investigación, gestiona de manera adecuada sus recursos y las capacidades de sus colaboradores. Demuestra compromiso y ambición.</p> <p>Es flexible y sensible a los cambios.</p>

**Desarrollo profesional.**

**Domina los conocimientos de su carrera y tiene estudios de grado superior. Tiene deseo de desarrollo profesional continuo, capacidad de respuesta para oportunidades, autoestima y buena reputación.**

**Conocimiento:**

Debe tener excelentes conocimientos de su profesión, maneras de comunicación, métodos de mejora continua, conocimiento de su entorno y capacidad de adaptación a nuevos retos.

**Fuente:**

Adaptado de: Consejos de Investigación del Reino Unido (RCUK). (2009). Declaración de desarrollo investigador <http://www.kcl.ac.uk/study/pg/school/training/other-info/RDF.aspx>

**Tabla 14**

**Dominio C: Gobernabilidad de la investigación y la organización**

Conocimientos estándares, requerimientos y profesionalismo del investigador, necesario para la investigación.

**Conducta profesional.**

**Es importante que muestre ética, principios y valores.**

**Debe tener habilidades para ser un buen líder.**

**Conocimiento:**

Muestra cordura, lealtad hacia temas estrictamente confidenciales, responsabilidad por las cuestiones de salud, seguridad y/o requisitos éticos, legales y reglamentarios relacionados con el ámbito de la investigación y el entorno de la investigación.

Debe conocer los principios de los derechos de propiedad intelectual (DPI), derechos de autor y patentes.

Debe presentar capacidades de organización, administrativas y conciencia social del impacto de la

	<p>investigación.</p> <p>Muestra conocimiento sobre las normas correspondientes en el contexto de su investigación.</p> <p>Actitud:</p> <p>Conoce, respeta, defiende y cumple con las normas, procesos de gestión de su entidad y sus beneficios.</p>
<p><b>Gestión de la investigación.</b></p> <p><b>Es capaz de generar líneas de investigación y/o proyectos con base en el análisis de la problemática de su entorno.</b></p> <p><b>Es capaz de iniciar nuevos proyectos innovativos planificarlos, gestionarlos y ejecutarlos.</b></p>	<p>Comportamiento:</p> <p>Busca emplear sus propias herramientas de gestión y conocer los procedimientos que sigue su institución como apoyo a proyectos de investigación.</p> <p>Incluye técnicas adecuadas y es capaz de mejorarlas y adaptarlas a las necesidades de sus proyectos.</p> <p>Tiene una visión del futuro y capacidad de planeación; establece metas y planes aprovechando al máximo sus recursos para obtener buenos resultados.</p> <p>Evalúa y gestiona efectivamente los posibles riesgos y acciones preventivas o de corrección.</p> <p>Es capaz de reconocer la eficacia y/o viabilidad de sus proyectos de investigación.</p>
<p><b>Finanzas, fondos y recursos</b></p>	<p>Conocimiento</p>

**Busca la generación de fondos económicos. Conoce los procedimientos para ingresar a programas de apoyo. Destina adecuadamente los recursos y mantiene un control de sus finanzas.**

Se requiere conocimiento sobre la gestión financiera, sistemas administrativos, procedimientos de información y procesos de infraestructura.

**Fuente:**

Adaptado de: Consejos de Investigación del Reino Unido (RCUK). (2009). Declaración de desarrollo investigador <http://www.kcl.ac.uk/study/pg/school/training/other-info/RDF.aspx>

**Tabla 15**

**Dominio D: Nivel de participación, influencia e impacto**

Conocimiento y habilidades cooperativas para promover un mayor impacto de la investigación.

**Conducta profesional.**

**El investigador tiene la capacidad y disposición para generar grupos de trabajo, dirigirlos, mantener el orden y cumplir los objetivos planeados.**

**Es capaz de expresarse de manera clara, cordial, respetuosa y con equidad.**

**Conocimiento:**

Debe conocer de cuestiones de salud (riesgos en su área de trabajo, su entorno) y seguridad (propio, del personal y de su área de trabajo).

Requiere conocer el procedimiento para la solicitud y firma de contratos de confidencialidad, los requisitos éticos, legales y reglamentarios relacionados con el ámbito de la investigación, por ejemplo, la transferencia de conocimientos.

Debe reconocer el entorno y la etapa de desarrollo en que se encuentra su investigación.

Cuenta con habilidades organizativas

	y profesionales y conciencia del impacto ambiental de su trabajo.
<p><b>Gestión de la investigación.</b></p> <p>Tiene capacidad de organización y planeación de objetivos, ejecución del proyecto, al tiempo que es capaz de realizar seguimientos de la evolución de los proyectos.</p>	<p>Conocimiento:</p> <p>Debe tener claro el impacto su investigación en su disciplina y sobre la misión institucional.</p> <p>Conoce y actualiza sus herramientas y técnicas de gestión de proyectos.</p> <p>Comportamiento:</p> <p>Ejecuta metodologías de planeación para el cumplimiento periódico de metas y es capaz de gestionar sus resultados. Conoce técnicas para evaluar la eficacia de los proyectos de investigación.</p>
<p><b>Finanzas, fondos y recursos</b></p> <p>Busca generar fondos para la continuidad de sus investigaciones y es capaz de realizar vinculaciones efectivas con organizaciones externas a su entidad.</p> <p>Busca generar participaciones en proyectos que tengan remuneración económica e impactos positivos en su entorno.</p> <p>Es capaz de organizar y administrar sus recursos tangibles e intangibles, en cada etapa de sus proyectos.</p>	<p>Conocimiento</p> <p>Debe conocer sus sistemas administrativos locales y externos para la adquisición de fondos, realización de trámites y solicitudes en tiempo y forma.</p> <p>Debe conocer los procedimientos de adquisición, manejo y mantenimiento de información, manejo de equipo especializado, los procesos y de la infraestructura relacionada con la investigación.</p>

Fuente:

Adaptado de: Consejos de Investigación del Reino Unido (RCUK). (2009). Declaración de desarrollo investigador <http://www.kcl.ac.uk/study/pg/school/training/other-info/RDF.aspx>

#### 5.1.4. Oficinas de Transferencia de Tecnología

De manera general todas las universidades anteriormente mencionadas, cuentan con una OTT durante todas las etapas del desarrollo de proyectos. La oficina protege las patentes, evalúa el mercado para el invento y las licencias para una empresa.

Como definición el proceso de transferencia de tecnología; es la transferencia de conocimientos y descubrimiento al público de una nueva tecnología, a través de publicaciones, conferencias y relaciones industriales. Concretamente se refiere a la concesión de licencias formales de tecnología a terceros bajo leyes de negocios.

Este proceso se utiliza para la comercialización de tecnologías que son consideradas propiedades privadas de la universidad o centro de investigación.

Proceso general : Para la identificación temprana del potencial comercial de la investigación, se crea un grupo de negocios capacitado para ayudar con preguntas relacionadas con análisis de mercado , fuentes de financiación, socios comerciales, patentes y métodos de protección, así como la puesta en marcha de negocios de acuerdo a las políticas y procedimientos de la universidad o centro de investigación.

De acuerdo a la investigación realizada, los modelos de transferencia de tecnología están basados en los siguientes puntos:

- Oficina encargada de la evaluación del proyecto como producto innovador
- Oficina para la evaluación del mercado al cual puede acceder la innovación.
- Oficina encargada de la evaluación económica y tecnológica para el desarrollo del proyecto.
- Oficina encargada de la protección intelectual y transferencia tecnológica.
- Oficina de selección de los proyectos que serán financiados económicamente y administración de fondos para futuras investigaciones innovadoras.



- Oficina de capacitación y seguimiento para los investigadores.

A continuación se esquematiza el flujo de actividades que integran dicho proceso por etapas:

**Tabla 16**

**Proceso de actividades realizadas por una oficina de transferencia de Tecnología**

<p><b>Etapas</b> 1</p>	<p>Investigación: Se identifican las actividades que conducen a descubrimientos de invenciones útiles para algún proceso de creación o mejora del mismo.</p> <p>Divulgación: Se notifica por escrito la invención del negocio y se inicia el proceso formal de transferencia de tecnología.</p>
<p><b>Etapas</b> 2</p>	<p>Evaluación: Se realiza la búsqueda de patentes, se analiza el posible mercado y la competencia para cada invención y se busca determinar su potencial de comercialización.</p> <p>Protección: la OTT busca obtener protección legal de la invención, incluyendo la protección de patentes.</p>
<p><b>Etapas</b> 3</p>	<p>Licencias:</p> <p>Se gestionan las licencias necesarias para cada invención, que son un contrato entre la universidad o el centro de investigación y un tercero, en los cuales se ceden los derechos de una tecnología con licencia, sin renunciar a la propiedad los beneficios financieros y otros.</p> <p>Comercialización e ingresos:</p>

Se sigue el avance de la tecnología y las empresas hacen inversiones en la universidad para desarrollar el producto o servicio.

Los ingresos recibidos se distribuyen entre las unidades académicas, la administración central y los inventores para financiar la investigación, la educación adicional y fomentar una mayor participación en el proceso de transferencia de tecnología.

**Fuente:**

Creación propia en base a la recopilación de datos recabados en la investigación: Prácticas y procesos universitarios en el desarrollo de la investigación alrededor del mundo

## **5.2. Referente a la situación actual UNAM**

Durante 2013-2014 la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM, dio a conocer un diagnóstico llamado: “**Sistema de Enlace de los Laboratorios Nacionales, Universitarios y Certificados**” con el objetivo de conocer las capacidades, infraestructura, prácticas de gestión, así como el potencial de vinculación que tienen los laboratorios que forman parte del Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM con terceros. A fin de promover la correcta gestión de nuevas políticas y estrategias.

Para el diseño del diagnóstico se formuló un instrumento preliminar con 40 reactivos dividido en 6 secciones. Una vez redactado el instrumento preliminar, se llevaron a cabo dos visitas para que dos laboratorios, uno en Ciudad Universitaria y el otro en Campus Juriquilla, participaran aportando sus comentarios sobre el instrumento:

- Laboratorio Universitario de Ingeniería de Diseño y Manufactura Avanzada (CCADET)
- Laboratorio Universitario de Microscopía Fluorescente e Imagenología Multifotónica in vivo (INb)

Durante las visitas se revisó cada una de las secciones permitiendo la retroalimentación y adecuación del instrumento en diferentes puntos.

La revisión de los comentarios obtenidos en Ciudad Universitaria y Campus Juriquilla, impulso la modificación del instrumento mediante el método de validación por jueces expertos<sup>1</sup> en una revisión final por parte del Coordinador de la Investigación Científica (Dr. Carlos Arámburo de la Hoz), el Secretario Académico (Dr. Julio Solano González), la Dirección de Desconcentración y Sistemas (Ing. Lidia Mendoza Serrano), la Coordinación para la Gestión de la Calidad en la Investigación (Dra. Flor Mónica Gutiérrez Alcántara) y la Coordinación de Gestión de Calidad Productiva (Dr. José Sámano Castillo) que forman parte de la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM, quedando así validado el instrumento y en su versión final.

Los datos fueron recabados en los laboratorios de 11 Institutos y 6 Centros (Subsistema de la Investigación Científica), con sedes en Ciudad Universitaria, Querétaro, Puebla, Morelos, Michoacán y Baja California Norte.

El diagnóstico validado y aplicado a laboratorios pertenecientes al subsistema, consiste de 6 secciones:

### 5.2.1 Resultados por sección del diagnóstico

#### a) Infraestructura y equipo.

De los principales resultados de esta sección se destaca que los laboratorios dedican la mayor parte del tiempo en la realización de investigación científica básica, seguida del análisis y caracterización de cualquier tipo.

---

<sup>1</sup>**Método de validación por jueces expertos** definido por Ruiz (2011) : Consiste en determinar hasta donde los elementos de un instrumento son representativos del universo de contenido de la propiedad que se desea medir.

Ruiz Bolívar, C. 2011. *Construcción de instrumentos de medición en las ciencias sociales*.  
Disponble en Internet: <http://es.scribd.com/doc/50784800/4/Metodos-de-Validez>  
Fecha de acceso: 8-oct-2013.

Los equipos de los laboratorios tienen una edad promedio de 7 años, mientras que la vida útil y la pertinencia científica (el tiempo que estará vigente la tecnología) duplican esta cifra. Lo cual quiere decir; que son pocos los equipos obsoletos que hoy en día no cuentan con pertinencia científica, sin olvidar que en el mediano plazo se tendrá que invertir para un recambio tecnológico.

#### b) Situación tecnológica

Mediante una autoevaluación de los laboratorios sobre su situación tecnológica, así como aspectos económicos y recursos disponibles; se considera que los laboratorios tienen capacidades iguales o superiores a nivel internacional (de acuerdo con la percepción de cada experto). De esta forma, sólo el 6% de los laboratorios en donde se aplicó el diagnóstico, no considera ni su equipamiento ni sus capacidades de competencia mayor a la regional.

Dentro de los factores que limitan dicha competitividad, se encontró que si la mayoría de los laboratorios cuenta con los insumos necesarios para su óptima operación, un porcentaje menor al 20% sufre dificultades al operar. También se aprecia que existe una subutilización de los recursos en el laboratorio, principalmente atribuibles a tiempos muertos por equipos descompuestos o en servicio y la falta de vínculos con otras entidades para su uso compartido.

#### c) Requerimientos del laboratorio

Dentro de los requerimientos actuales de los laboratorios domina la necesidad de tener apoyos para adquirir equipos adicionales.

La autoevaluación del personal del laboratorio sobre su habilidad para la operación y conocimiento de los equipos, muestra que la mayor parte de los investigadores requieren recibir capacitación. Y también requieren asistir a seminarios para conocer cuales son las líneas de investigaciones actuales y el estado del arte de la disciplina en la que se desarrollan.

#### d) Acreditación y certificación<sup>2</sup>

En esta sección se preguntó sobre las intenciones de acreditar/certificar a los laboratorios en los próximos dos años, la respuesta negativa predomina en una proporción mayor al 60%.

Para los laboratorios que se desean certificar y/o acreditar la motivación es:

- Eliminar la barrera que podría existir al relacionarse con un tercero que requiera algún tipo de certificación/acreditación.
- El prestigio que implicaría para el laboratorio.

Para los laboratorios que no lo desean, existen los siguientes motivos en orden de frecuencia:

- No se conocen los beneficios de la certificación/acreditación.
- No se tiene el tiempo suficiente para sostener la acreditación/certificación.
- La infraestructura del laboratorio no está lista para una certificación/acreditación.

Estos resultados reflejan que la mayoría de laboratorios, sin la intención de certificarse o acreditarse, desconocen sobre los beneficios o si les aplica algún tipo de acreditación/certificación.

Tomando en cuenta los laboratorios interesados en certificarse y/o acreditarse, se solicitan los siguientes apoyos en orden de importancia:

- Apoyo financiero para el pago de los servicios de acreditación/certificación.
- Ayuda financiera para la compra de materiales de referencia certificados.
- Establecer convenios para comparaciones inter-laboratorio o programas de pruebas de competencia técnica con otros laboratorios nacionales o internacionales.

---

<sup>2</sup>**Acreditación:** La acreditación es el acto que da la seguridad y avala que los laboratorios de calibración y/o ensayo, unidades de verificación (organismos de inspección) y organismos de certificación ejecutan las regulaciones, normas o estándares correspondientes con precisión para que comprueben, verifiquen o certifiquen los productos y servicios.

#### e) Gestión y vinculación con terceros<sup>3</sup>

La vinculación con terceros involucra la oferta de servicios tecnológicos, realización de proyectos con diferentes organizaciones y la colaboración con otras entidades de la UNAM.

Para los laboratorios del SIC UNAM que participaron con alguna organización en el desarrollo de alguna actividad científica o tecnológica, la mayoría se relacionó por medios informales a través de solicitudes. Estas solicitudes en su mayoría fueron correos electrónicos, sin embargo; el Laboratorio Nacional de Microscopia Avanzada (IBt) cuenta con un sistema de gestión y calendarización de actividades con terceros vía internet.

En estas condiciones se puede apreciar una tendencia media de vínculos académicos con el sector público y privado. Derivado de estos vínculos en ocasiones los laboratorios han sido capaces de obtener ingresos extraordinarios, ya sea por servicios tecnológicos o por proyectos.

#### f) Comunicación y divulgación científica y tecnológica

Sobre la manera en que se comunican los laboratorios se encontró que si bien los responsables o los directores de los Institutos y Centros han buscado promover el laboratorio en algún tipo de medio, los fundamentos institucionales y la información que se comparte y cómo se comparte está distante de algo homologado. En la realidad la Coordinación de la Investigación Científica conoce poco sobre los contenidos de estos medios.

---

<sup>3</sup>Para efectos del Diagnóstico, se definió como tercero, todo aquel usuario que no formara parte de la plantilla del Laboratorio. Es decir, un tercero para el Laboratorio en cuestión, puede ser un usuario aún del mismo Instituto o Centro al que el Laboratorio pertenece.

### 5.3 Referente a la Institución

La UNAM cuenta con dos principales coordinaciones para la gestión de su investigación científica:

- a) Coordinación de Innovación y Desarrollo (CID)
- b) Coordinación de Investigación Científica (CIC)

a) Coordinación de Innovación y Desarrollo:

Se encarga de manera general de brindar los siguientes servicios:

- Capacitación a empresa
- Servicios tecnológicos de capacitación y emprendimiento
- Incubadora y parques tecnológicos
- Transferencia de tecnología y propiedad intelectual

La coordinación de innovación y desarrollo cuenta entre otras, con una oficina de transferencia de tecnología (OTT), dentro de la cual se incluye la oficina propiedad intelectual.

El proceso generalizado que sigue la OTT de la UNAM es el siguiente:

Los investigadores se enfocan en distintas líneas de investigación, en algunas de las cuales pueden tener potencial en el mercado.

El investigador se acerca a la CID, cuando considera que tiene un proyecto con posible potencial en el mercado, basándose en información que ha obtenido de distintas fuentes.

Se inicia una plática con el departamento de propiedad intelectual, donde aporta los detalles de su trabajo, una vez realizado ello; el equipo de propiedad intelectual inicia la búsqueda del estado del arte, utilizando como base principal algunas preguntas como:

- ¿Qué cosas hay en materia de patentes?

Para conocer la novedad del trabajo y saber si el desarrollo puede ser protegido se busca la existencia solicitudes de patentes o patentes concedidas en el tema o los temas desarrollados en el proyecto. Si no hay nada a nivel de patentes se realiza una búsqueda a nivel de artículos científicos.

Cuando se comprueba que el desarrollo efectivamente tiene novedad:

Se procede a redactar la solicitud de patente en donde hay participación activa del investigador y se ingresa al IMPI.

La siguiente etapa es un análisis tecnológico:

- ¿De qué tecnología se trata?

Por ejemplo si se trata de un neoplásico, se busca aquellas farmacéuticas donde se desarrolla este tipo de investigación y se analiza la tecnología buscando conocer:

- ¿Qué le hace falta?
- ¿Esta en un grado maduro o a nivel laboratorio?

Para el caso de un fármaco, se tienen las siguientes etapas: estudios preclínicos en animales, fase 1,2, 3 y farmacovigilancia, que deben ser aprobadas antes de salir a la venta.

Posteriormente se busca estimar el valor de la tecnología, analizando posibles barreras existentes, cuál es el tiempo de vida de la tecnología y qué tecnologías viene atrás (competencia), se consideran las ventajas tecnológicas, mercado, ciclo de vida, la solicitud de patente y los factores para promocionar el desarrollo en la industria.

Con la evaluación completa, inicia el acercamiento a la industria, se llevan catálogos de las diferentes tecnologías y sus fichas técnicas (donde se describe la tecnología; para qué sirve, ventajas al mercado, grado de desarrollo y status de patente). Se presenta a las empresas, se firma un convenio de confidencialidad y



se acerca al investigador con la empresa quien presentará su tecnología en un tiempo aproximado de 20 min.

La OTT de la UNAM y la empresa estiman el punto de desarrollo de la tecnología; y se evalúa la inversión estimada para llevar el producto al desarrollo del mercado. Se busca responder las siguientes preguntas:

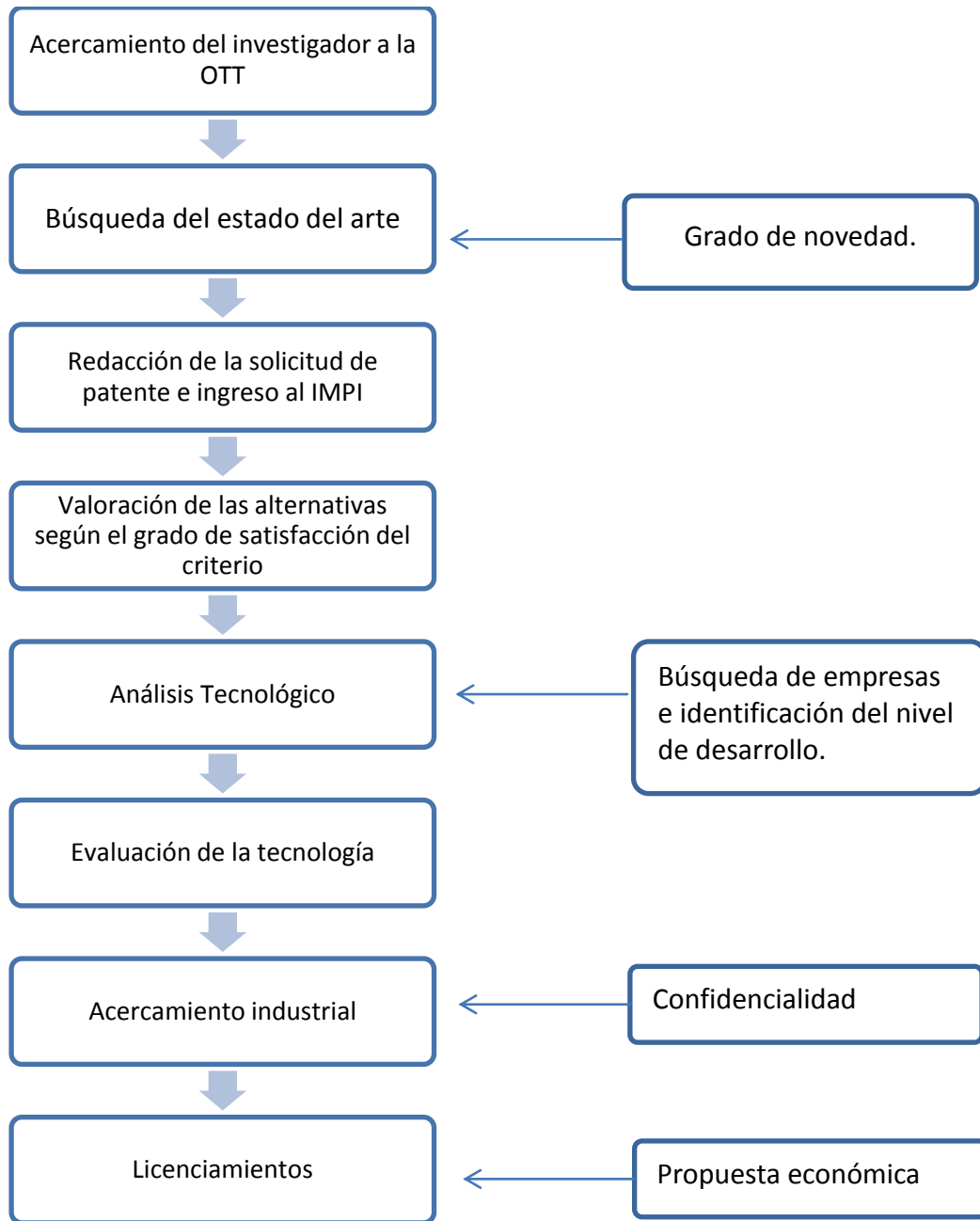
- ¿Cuánto vale ahorita la tecnología y cuánto podría valer?

Después de esta evaluación se realiza una propuesta económica (carta de propuesta), donde se evalúa la tecnología. Y hasta que ambas partes estén de acuerdo se firma: algunas veces un licenciamiento u otras la(s) empresa(s) prefiere(n) apostar el desarrollo tecnológico y para ello invierte(n) su capital para que los investigadores de la universidad continúen trabajando en la evolución de la tecnología (firmando además un convenio de licenciamiento hacia la empresa, cuando tal desarrollo concluya).

A continuación se presenta la figura 13, donde se describe de manera general el proceso seguido por parte de la OTT de la UNAM

**Figura 13**

**Proceso realizado por la OTT UNAM**



**Fuente:** Creación propia basado en: Entrevista personal en la OTT (CID, UNAM).

b) Coordinación de Investigación Científica:

Junto con la Docencia y la Divulgación, la Investigación (desarrollo de nuevos conocimientos) es una de las actividades primordiales de la Universidad. Los centros e institutos de investigación de la UNAM se agrupan en dos grandes subsistemas: Investigación en Humanidades (SIH) y el de la Investigación Científica (SIC).

Sobre el Subsistema rige un notable cuerpo colegiado, el Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC), que constituye una autoridad universitaria. Para impulsar la aplicación de sus políticas y ejecutar sus decisiones, el CTIC se vale de la Coordinación de la Investigación Científica. El Coordinador de la Investigación Científica es responsable de ejecutar las decisiones del CTIC.

La CIC, tiene como objetivos:

- Impulsar y fortalecer la investigación científica;
- Apoyar la divulgación e intercambio de ideas, así como de los resultados y experiencias que contribuyan al desarrollo de la ciencia y la tecnología en México.
- Servir de enlace para vincular las actividades del SIC con otras dependencias universitarias e instituciones nacionales y extranjeras;
- Promover y fortalecer programas de investigación y desarrollo tecnológico vinculados con las necesidades del país.

Dentro de la CIC, se encuentra la Secretaría de Investigación y Desarrollo (SID) que se creó el 16 de febrero de 2000 como parte de la reorganización de la estructura de la Coordinación de la Investigación Científica (CIC). Su misión principal es apoyar a la CIC en la consolidación de las capacidades institucionales de la investigación científica, tecnológica y de servicios de apoyo, con la visión de desarrollar proyectos con carácter prioritario para la UNAM y para la Nación.

Dentro de la estructura de esta Secretaría se encuentran:

Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA), Programa Universitario de Alimentos (PUAL), Programa Universitario de Ciencia e Ingeniería en Materiales (PUCIM), Programa Universitario de Energía (PUE), Programa Universitario de Investigación en Salud (PUIS), Coordinación de Plataformas Oceanográficas, encargada de los buques oceanográficos “El Puma” y “Justo Sierra”. Se encuentran también dentro de su estructura:

La Coordinación de Gestión de la Calidad Productiva (CGCP), bajo la dirección del Dr. José Sabino Sámano Castillo, que es una de las oficinas en donde se lleva a cabo la relación universidad-empresa; se promueve el contacto y enlace con organizaciones productivas de los sectores público y privado con el fin de responder a sus requerimientos de investigación tecnológica mediante proyectos realizados por entidades del SIC.

Una vez identificados o solicitados los requerimientos de empresas se identifica a las entidades, dentro del SIC, capaces de colaborar de forma efectiva a la satisfacción del requerimiento, incluyendo la búsqueda y vinculación entre diferentes entidades del SIC, a través de los coordinadores de vinculación, secretarios académicos o el director de cada entidad.

También se encarga de toda la gestión de los proyectos adquiridos, buscando acrecentar la imagen de los investigadores de la UNAM, sus capacidades y valores.

## 5.4 Referente a las Propuestas

### 5.4.1. Metodología STEP

Con la finalidad de generar un modelo de identificación temprana del potencial tecnológico de una investigación científica, se realizó una búsqueda de métodos que permitan su aplicación general en la asignación y seguimiento adecuando de cada uno de los casos presentes en la UNAM. El modelo elegido para este trabajo es:

#### a) Introducción

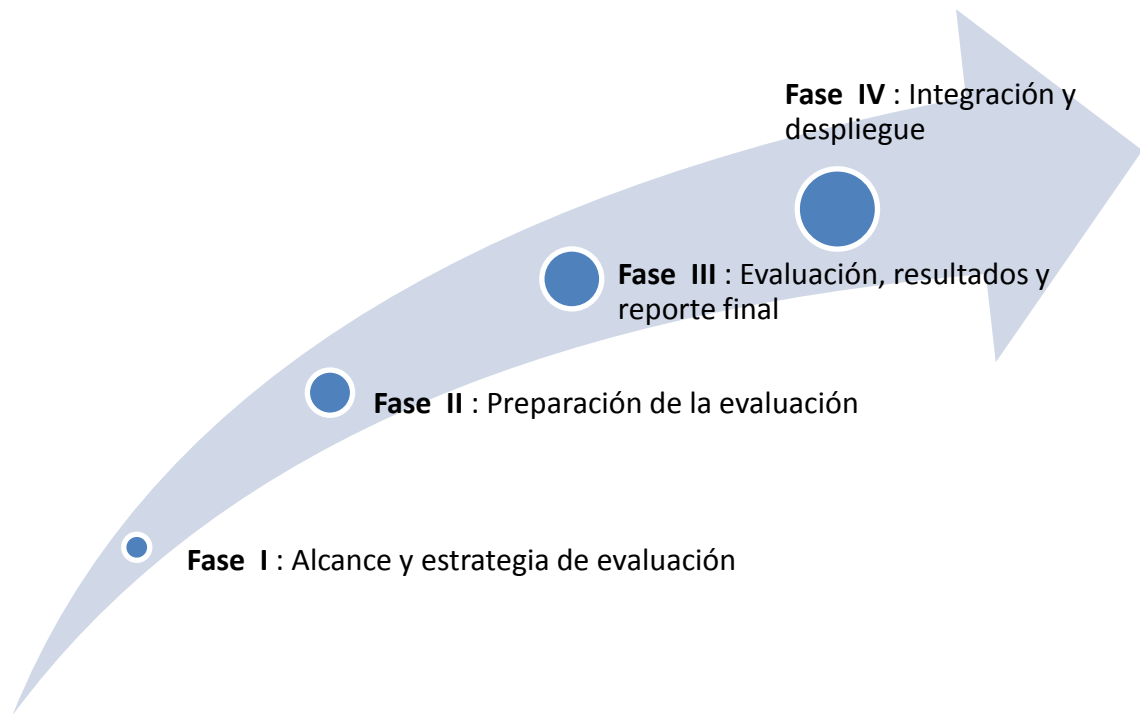
Standard Technical Evaluation Process (STEP, por sus siglas en inglés), busca proveer un método que pueda ser utilizado para la evaluación de una gran variedad de proyectos con potencial tecnológico. Además, busca que la evaluación sea estandarizada, consistente y trazable. Por otro lado entrega lineamientos que pueden ayudar a contribuir el desarrollo de metas, hallazgos documentados y retos direccionados. La metodología STEP se caracteriza por su simplicidad y su rápido entendimiento por la mayoría de grupos.

#### b) Metodología STEP

El proceso STEP define evaluación de acuerdo con tres principales fases:

- (I) Alcance y estrategia de evaluación,
- (II) Preparación de la evaluación,
- (III) Evaluación, resultados y reporte final,
- (IV) Integración y despliegue, que está determinada por el *sponsor* o patrocinador.

**Figura 14. Las cuatro fases de la metodología STEP**



**Fuente:**

Creación propia basado en: Jain, R. K., A. O. Martyniuk, M. M. Harris, R. E. Niemann, and K. Woldman, "Evaluating the Commercial Potential of Emerging Technologies", *International Journal of Technology Transfer and Commercialization*, Vol. 2, No. 1, 2003, pp. 32-50.

**Alcance y estrategia de evaluación:** Durante esta etapa, el grupo de expertos adquiere entendimiento de los objetivos y pone los requerimientos clave junto con el *sponsor* ( que por lo general es una empresa o institución gubernamental). El equipo realiza un resumen del proyecto para ayudar a clarificar los objetivos y el alcance, después identifica, mediante un análisis de mercado, el potencial de la tecnología. El grupo de expertos trabaja con el *sponsor* para seleccionar una lista de las tecnologías a seguir evaluando, de acuerdo con los resultados del análisis de mercado, evaluación de tiempo y recursos disponibles. Para prepararse para la evaluación, el grupo de expertos realiza un resumen del proyecto y un plan de acción ejecutivo.

**Preparación de la evaluación:** Después de seleccionar la lista de tecnologías que continuarán con la evaluación y tener el visto bueno del *sponsor*, el grupo de expertos realiza las visitas en los sitios correspondientes para conocer la tecnología (en este momento se recomienda la firma de documentos de protección de Propiedad Intelectual como alguna carta de confidencialidad). La intención es poder conocer los criterios de evaluación y de ser posible tener una reunión con los dueños de la tecnología para realizar el intercambio técnico y poder tener un mayor entendimiento del potencial tecnológico.

**Evaluación, resultados y reporte final:** En esta etapa se evalúa la tecnología con algún instrumento que permita la revisión de los criterios de evaluación revisados. El grupo de expertos emite el reporte final que incorpora la evaluación de resultados y cualquier información de soporte adicional.

**Integración y despliegue:** El reporte final se entrega a la dirección para suministrar información que sirva para la toma de decisión, sin embargo; no es una propuesta para la adquisición de equipos. Se trata de proveer todas las condiciones necesarias para potencializar la nueva tecnología. Esto puede incluir nueva documentación y apoyo administrativo para su seguimiento.

c) Evaluación

**Tabla 17**

**Definición preliminar del alcance de la evaluación**

<p><b>Descripción y Actividades</b></p>	<p>Recabar información sobre la tecnología en cuestión, a través de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda en línea</li> <li>• Conferencias</li> <li>• Congresos</li> </ul> <p>Sobre todo, poder generar una ficha técnica que permita conocer lo principal.</p>
---	---

<b>Recomendaciones</b>	Se debe guardar cualquier material que dé sustento a la definición del alcance, ya que servirá para elaborar los criterios de evaluación.
------------------------	---

**Fuente:**

Creación propia basado en: Jain, R. K., A. O. Martyniuk, M. M. Harris, R. E. Niemann, and K. Woldman, "Evaluating the Commercial Potential of Emerging Technologies", *International Journal of Technology Transfer and Commercialization*, Vol. 2, No. 1, 2003, pp. 32-50.

**Tabla 18**

**Definición preliminar del alcance de la evaluación con el *sponsor***

<b>Descripción y Actividades</b>	El grupo de expertos deberá generar un listado de puntos, a fin de poder discutir con el <i>sponsor</i> lo que se piensa incluir en la evaluación.  Se deberán identificar los criterios más importantes para una evaluación pertinente.
<b>Recomendaciones</b>	El propósito de esta actividad es discutir los avances preliminares sobre la definición del alcance de la evaluación.

**Fuente:**

Creación propia basado en: Jain, R. K., A. O. Martyniuk, M. M. Harris, R. E. Niemann, and K. Woldman, "Evaluating the Commercial Potential of Emerging Technologies", *International Journal of Technology Transfer and Commercialization*, Vol. 2, No. 1, 2003, pp. 32-50.



**Tabla 19**

**Análisis de mercado y la selección de instrumento de evaluación**

<b>Descripción y Actividades</b>	Después de haber seleccionado los criterios críticos con el <i>sponsor</i> , se deberá realizar el análisis de mercado considerando estos parámetros. Es necesario el diseño de una herramienta de estudio.
<b>Recomendaciones</b>	El propósito de esta actividad es determinar la relevancia de la tecnología en un nicho de mercado.

**Fuente:** Creación propia basado en: Jain, R. K., A. O. Martyniuk, M. M. Harris, R. E. Niemann, and K. Woldman, "Evaluating the Commercial Potential of Emerging Technologies", *International Journal of Technology Transfer and Commercialization*, Vol. 2, No. 1, 2003, pp. 32-50

**5.4.2. Análisis Multicriterio de Decisiones**

En la toma de decisiones (por ejemplo; elegir entre aquellos proyectos que deban ser gestionados de manera especial, acorde a su potencial tecnológico), es necesario contar con procedimientos que permitan integrar la información de manera más eficiente.

El conflicto inicia cuando en un conjunto bien definido de alternativas (conjunto de proyectos de investigación) es necesario elegir una de las alternativas o bien establecer dentro de ese conjunto preferencias.

Mediante un análisis de decisiones se intentará desarrollar un procedimiento para integrar la información de manera eficiente de forma lógica. Una valiosa herramienta que ayuda durante el proceso de toma de decisión es el Análisis Multicriterio de Decisiones (MCDA), ya que permite abordar de forma sistemática y ordenada UN problema en el que hay presente gran subjetividad.

El objetivo principal del MCDA es ayudar a los decisores a aprender sobre el problema, tomando en cuenta múltiples criterios y estructurando el problema, de tal modo que bajo un análisis permite complementar, justificar y explicar las decisiones con enfoques simples y transparentes.

Haciendo hincapié en que para decidir antes de aplicar el qué, se debe aplicar el cómo se decide.

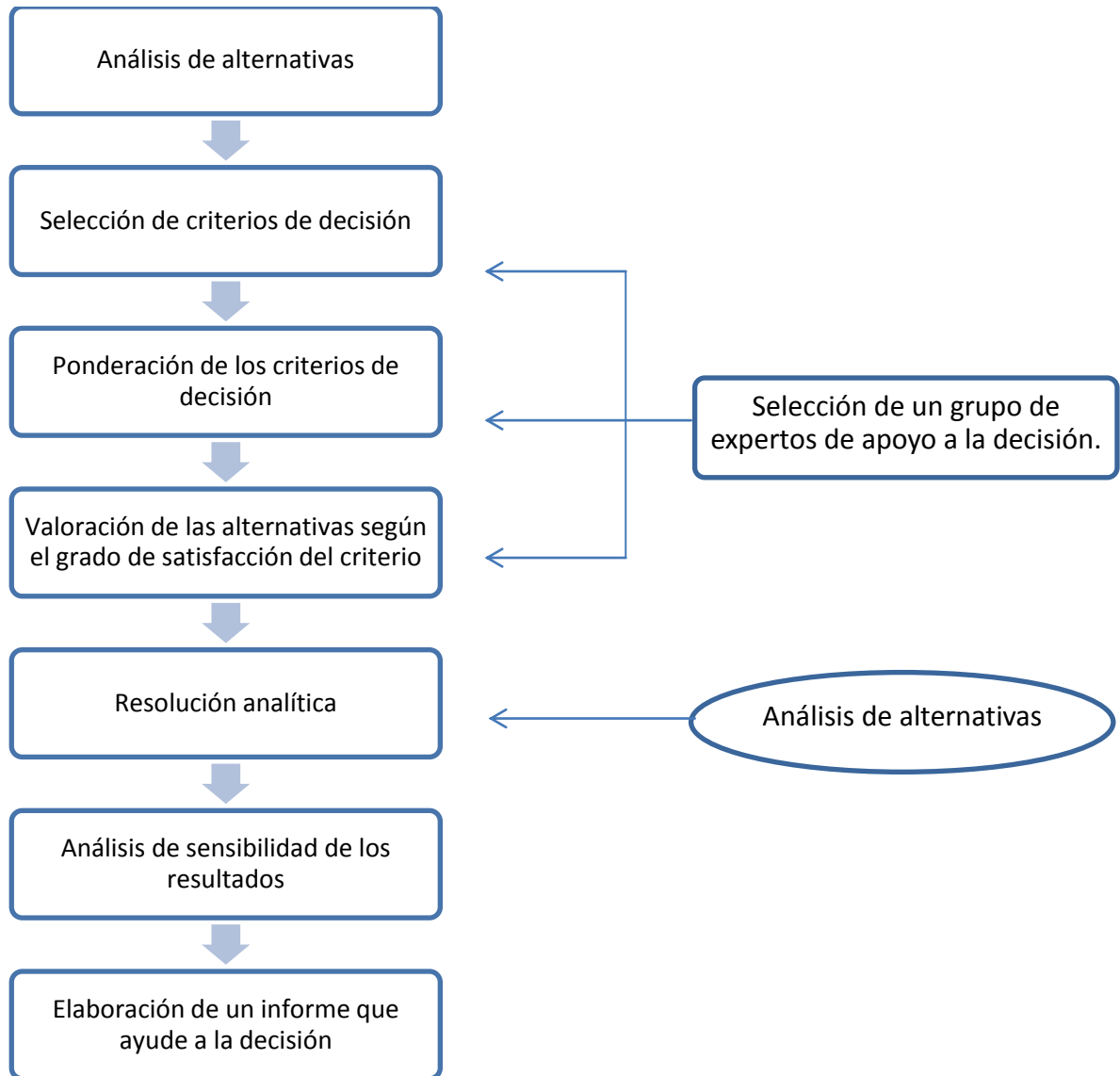
El proceso incluye los siguientes pasos:

1. Análisis de las alternativas.
2. Selección de criterios.
3. Ponderación de los criterios: Asignación de pesos (según método).
4. Valoración de las alternativas para cada criterio.
5. Aplicación de una técnica para la ordenación o selección de las alternativas.
6. Análisis de sensibilidad.
7. Informe final y aprobación del decisor.

La figura 15, describe el proceso generalizado para el proceso de toma de decisiones MCDA.

**Figura 15**

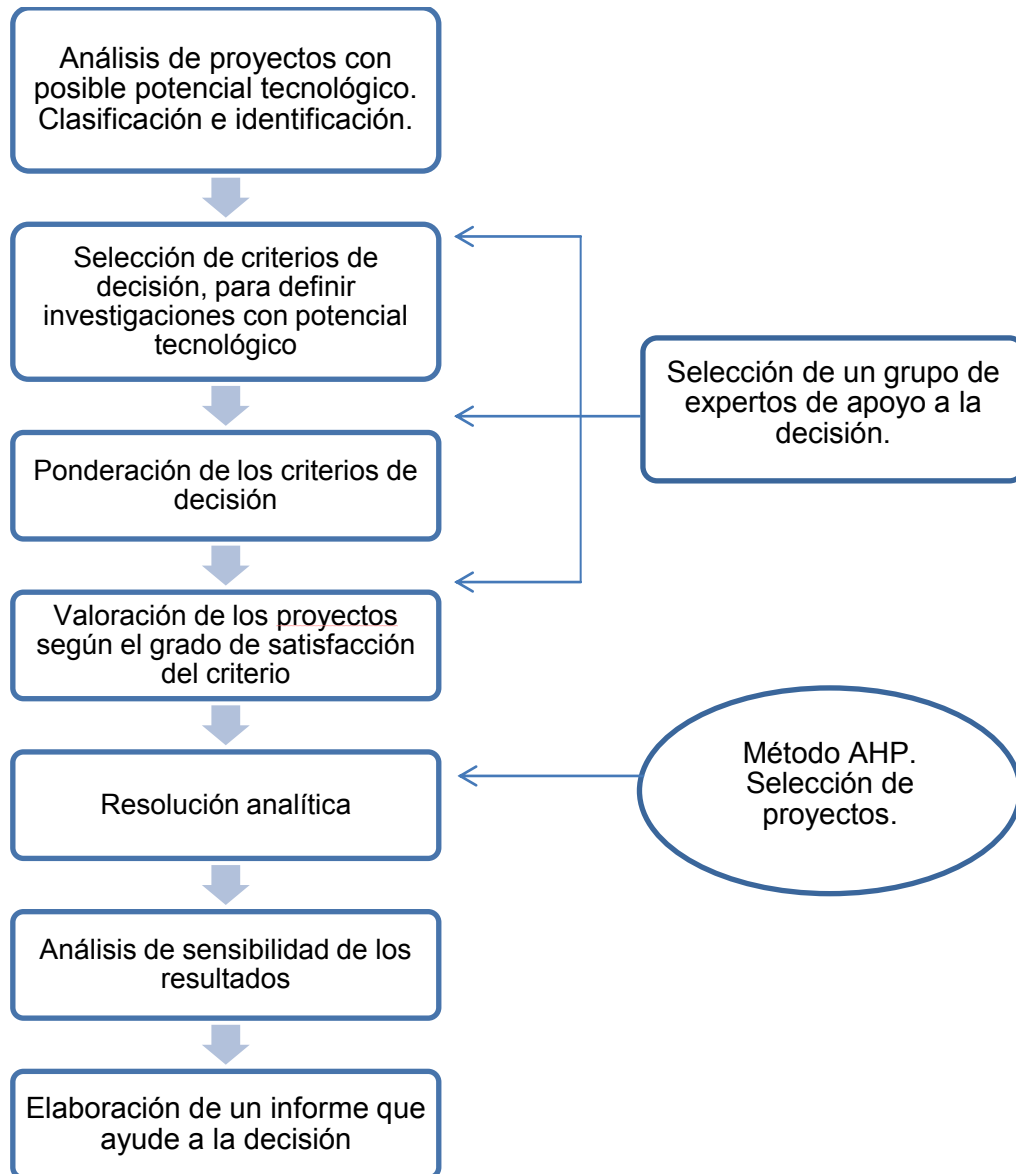
**Proceso generalizado MCDA**



**Fuente:** Creación propia basado en: Belton, V., Stewart Th., (2002), "Multiple Criteria Decision Analysis. An Integrated Approach". Kluwer Academic Publishers.

**Figura 16**

**Diagrama del proceso particular para el análisis de proyectos con posible potencial tecnológico. Clasificación e identificación**



**Fuente:** Creación propia basado en: Belton, V., Stewart Th., (2002), "Multiple Criteria Decision Analysis. An Integrated Approach". Kluwer Academic Publishers.

Es importante señalar que todo el proceso va a estar condicionado por el conocimiento, experiencias, juicios y preferencias de decisor, por lo tanto; dentro de esta propuesta se incluye la formación de un grupo de expertos capacitados para proponer los criterios de decisión (5.1.3.; página: 47)

Un atributo es una característica que define a cada una de las alternativas (por ejemplo; el grado de innovación presente en la investigación); a un atributo se le añade un mínimo de información relativa a las preferencias del decisor, de esta manera se estará definiendo un criterio (por ejemplo, que los proyectos tengan un grado de innovación). De esta forma se puede decir que un criterio expresa, con mayor o menor precisión, las preferencias del decisor respecto a una característica concreta que el decisor valora de las alternativas.

Es muy frecuente que unos criterios tengan más o menos relevancia o importancia para el decisor. Esto no significa que los criterios menos importantes no deban ser considerados. Es recomendable, considerar unos pocos criterios como los más relevantes y otros que se han de considerar pero con menor influencia en el problema.

Los pesos o ponderaciones son las medidas de la importancia relativa que los criterios tienen para el decisor. Asociado con los criterios se asigna un vector de pesos  $[w] = (w_1, \dots, w_n)$ , siendo  $n$  el número de criterios.

Por lo tanto, el análisis Multicriterio de Decisiones se basa en establecer un modelo que represente juicios y preferencias del decisor.

Una vez establecidos los criterios, el siguiente paso consiste en definir qué es una alternativa.

Se definirá un conjunto de alternativas  $A = \{A_1, \dots, A_m\}$  y se designará  $A_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ , como el conjunto finito de soluciones, estrategias, acciones, decisiones, etc., posibles que hay que analizar durante el proceso de resolución del problema de decisión que se considere.

Se supondrá que este conjunto está formado por alternativas diferentes, excluyentes y exhaustivas. Esto significa que se prohíbe que el decisor escoja una solución mixta, es decir, intermedia entre dos alternativas. Se le prohíbe escoger una alternativa que no pertenece al conjunto de elección en estudio. Además, si el decisor introduce una nueva alternativa es preciso volver a comenzar el análisis con el nuevo conjunto así definido.

**a) Matriz de decisión**

Una vez establecidos los criterios y sus pesos, el decisor debe ser capaz de dar, para cada uno de los criterios considerados y para cada alternativa del conjunto de elección, un valor numérico o simbólico  $a_{ij}$  que expresa una evaluación o juicio de la alternativa  $A_i$  respecto al atributo  $j$ .

	$C_1$	$C_2$	...	$C_n$	} Criterios	
		$W_1$	$W_2$	...		$W_n$
$A_1$		$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1n}$	} Alternativas
.		.	.	.	.	
.		.	.	.	.	
.		.	.	.	.	
$A_m$		$a_{m1}$	$a_{m2}$	...	$a_{mn}$	

Los valores de la matriz expresan:

Cada fila expresa las cualidades de la alternativa “i” respecto a los “n” criterios considerados.

Cada columna “j” expresa las evaluaciones o juicios emitidos por el decisor de todas las alternativas respecto al criterio “j”.

Partiendo de esta matriz de decisión, se buscará obtener la mejor alternativa y/u ordenar por nivel de conveniencia estas alternativas. Para lograrlo se propone el uso de el método AHP (Analytic Hierarchy Process), método propuesto en 1980 por el profesor Thomas Saaty en la universidad de Pittsburg, diseñado para resolver problemas Multicriterio. Este método se basa en la idea de que la gran

complejidad inherente a un problema de toma de decisiones con criterios múltiples se puede resolver mediante la jerarquización de los problemas planteados:

Sus tres principales características son:

El problema de decisión se representa mediante una jerarquía en cuyo vértice superior está el principal objetivo del problema, en los vértices inferiores están las alternativas y en los vértices intermedios se representan los criterios (los cuales a su vez pueden estructurarse en jerarquías) con base a los cuales se toma la decisión.

En cada nivel de la jerarquía, se realizan comparaciones pareadas entre los elementos que están en el mismo nivel, basándose en la importancia o contribución de cada uno de ellos al vértice del nivel superior al que están ligados. Este proceso de comparación conduce a una escala de medida relativa de prioridades o pesos de los elementos. Las comparaciones pareadas se realizan por medio de razones (en el sentido de un cociente de los números o de cantidades comparables) de preferencia (si se comparan alternativas) y *razones de importancia* (si se comparan criterios), que se evalúan según una escala numérica propuesta por el método. Los pesos o prioridades relativas suman la unidad.

La información obtenida es generalmente redundante y puede llegar a ser más o menos incoherente. Las matrices de comparaciones pareadas contienen juicios redundantes en el sentido de que hay  $N(N-1)/2$  juicios en una matriz de tamaño  $N$ , cuando de hecho, sólo se necesitarían  $N-1$  juicios. La redundancia es útil para mejorar la exactitud, de la misma forma que para establecer una cantidad se adopta el promedio de las cantidades obtenidas en diferentes observaciones. Esta redundancia se aprovecha para, mediante una técnica matemática, reducir las incoherencias y mejorar la consistencia de los juicios.

Una vez evaluada la contribución de cada vértice a los vértices del nivel de la jerarquía inmediatamente superior, se calcula la contribución global de cada alternativa al objetivo principal mediante una agregación del tipo suma ponderada.

Características de la matriz de comparaciones pareadas:

La matriz cuadrada ( $n \times n$ ) que contiene las comparaciones pareadas de los criterios o alternativas donde  $n$  pertenece a los números enteros:

Cuando  $i=j$ , el valor de  $a_{ij}$  será 1, pues se estará comparando consigo misma:

$$A = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \hline a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \hline \cdot & \cdot & 1 & \cdot \\ \hline \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \hline a_{m1} & a_{m2} & \dots & 1 \\ \hline \end{array}$$

Y cumple con que:  $a_{ij} \cdot a_{ji} = 1$

$$A = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \hline 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \hline \cdot & \cdot & 1 & \cdot \\ \hline \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \hline 1/a_{m1} & 1/a_{m2} & \dots & 1 \\ \hline \end{array}$$

- Los juicios son recíprocos: Ya que cumple con que  $a_{ij} = 1/a_{ji}$
- La matriz es homogénea, ya que los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud o jerarquía.
- Contienen una estructura de dependencia jerárquica entre los dos niveles consecutivos.
- Las expectativas están representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.



A continuación, se expone el procedimiento que sigue AHP para determinar la prioridad entre un conjunto de elementos. Esta prioridad puede significar importancia relativa entre un grupo de criterios o nivel de satisfacción de un determinado criterio por parte de un conjunto de alternativas. El procedimiento que se ha de seguir es el siguiente:

1. Se establece una matriz de comparación pareada entre los elementos entre los que se va a establecer la prioridad (criterios o alternativas para un terminado criterio).
2. En la diagonal principal de la matriz (posición  $a_{ii}$ ) se ponen los valores 1, ya que al comparar un elemento consigo mismo es evidente que ambos son igualmente importantes.
3. En las posiciones  $a_{ij}$  se compara el elemento  $i$  con el elemento  $j$  en base a la escala de la Tabla 21. En la posición  $a_{ji}$  se pone el valor inverso ya que se ha de cumplir la condición de reciprocidad:  $a_{ij} = 1/a_{ji}$  Por ejemplo, si el criterio 1 es moderadamente más importante que el criterio 2, en la posición  $a_{12}$  de la matriz se coloca el valor 3 ( $C_1$  es tres veces más importante que el  $C_2$ ) y en la posición  $a_{21}$  se coloca el valor  $1/3$ . (Esto valdría para el ejemplo en el que la alternativa  $A_1$  satisface moderadamente mejor el criterio, por ejemplo, “novedad” que la alternativa  $A_2$ ).
4. De esta forma se ha obtenido una matriz recíproca “R” cuyos elementos  $r_{ij}$  son valores numéricos positivos que indican la importancia o prioridad relativa entre el objeto  $A_i$  y el objeto  $A_j$ , según la escala previamente establecida. Hay que observar que al decisor sólo se le solicitará que emita  $n*(n-1)/2$  juicios. Para una matriz de  $3 \times 3$  tendrá que emitir 3 juicios, para una de 6 se le pedirán  $6*5/2=15$  juicios.

b) Procedimiento para priorizar juicios:

- 1) Obtener la media geométrica de cada uno de los valores de cada fila.
- 2) Sumar los valores de cada columna de la matriz de comparaciones pareadas.
- 3) Dividir cada elemento de tal matriz entre el total de su columna, para obtener la matriz de comparaciones pareadas normalizada.
- 4) Calcular el promedio de los elementos de cada renglón de las prioridades relativas de los elementos que se compararan.

c) Medida de la consistencia:

La condición matemática de consistencia es que  $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$

El método permite calcular el nivel de inconsistencia. Esto es así porque una matriz recíproca totalmente consistente tiene 1 autovalor y el resto de los autovalores iguales a 0. Si la matriz es consistente el autovalor es la suma de la traza de la matriz que es igual a "n" (dimensión de la matriz, que en el caso de tres elementos es 3). Si la matriz recíproca no es totalmente consistente el autovalor dominante es un número real positivo, que denomina  $X_{max}$  y que es mayor que n. La diferencia entre estos dos valores permite calcular un Coeficiente de Inconsistencia según la expresión:

$$CI = \frac{X_{max} - n}{n - 1}$$

donde  $X_{max}$  :

1. Se obtiene mediante la multiplicación de la matriz de juicios o alternativas por el vector normalizado (B) de donde se obtendrá el vector (C)
2. Se realiza la división de los vectores C/B y se obtiene el vector D
3. Se obtiene la media aritmética del vector D y se obtiene  $X_{max}$

Una vez calculado ese coeficiente, se compara con un coeficiente obtenido de modo aleatorio para matrices de diferentes dimensiones RI, de forma que obtiene un *Ratio*:

$$CR = CI/RI$$

Donde RI es una razón de consistencia acorde al tipo de matriz.

## Tabla 20

### Valores de RI para diferentes tamaños de matriz pareada

No de elementos comparados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.89	1.11	1.24	1.32	1.40	1.45	1.49

Fuente:

Saaty, T.L., (1980), The Analytic Hierarchy Process, McGraw Hill, New York.

RI se obtiene de manera siguiente:

$$RI = 1.98(N-2)/n$$

Donde n, es el número de elementos que se comparan.

En general si:

$CR \leq 0.10$  consistencia razonable

$CR > 0.10$  se declara inconsistencia

d) Establecimiento de prioridades finales mediante agregación aditiva ponderada

Una vez que se tiene el peso relativo de cada uno de los criterios y se comprueba la consistencia de cada una de las matrices; se procede a evaluar cada una de las alternativas respecto a cada criterio, de tal modo que se obtendrán tantas matrices pareadas como criterios se impongan.

Para obtener la prioridad global asociada a cada alternativa se realiza una suma ponderada, generando la matriz de decisión final:

Criterio	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
Peso de los criterios	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>
A <sub>1</sub>	Y <sub>11</sub>	Y <sub>12</sub>	Y <sub>13</sub>	Y <sub>14</sub>	Y <sub>15</sub>
A <sub>2</sub>	Y <sub>21</sub>	Y <sub>22</sub>	Y <sub>23</sub>	Y <sub>24</sub>	Y <sub>25</sub>
A <sub>3</sub>	Y <sub>31</sub>	Y <sub>32</sub>	Y <sub>33</sub>	Y <sub>34</sub>	Y <sub>35</sub>

Prioridad global de cada alternativa:

$$V(A) = (W_1 * Y_{11} + W_2 * Y_{12} + W_3 * Y_{13} + W_4 * Y_{14} + W_5 * Y_{15}) * 100$$

$$V(B) = (W_1 * Y_{21} + W_2 * Y_{22} + W_3 * Y_{23} + W_4 * Y_{24} + W_5 * Y_{25}) * 100$$

$$V(C) = (W_1 * Y_{31} + W_2 * Y_{32} + W_3 * Y_{33} + W_4 * Y_{34} + W_5 * Y_{35}) * 100$$

De esta manera se obtendrán el valor en porcentaje de preferencia de cada una de las alternativas.

El método AHP presenta ventajas frente a otros métodos de decisión Multicriterio como son:

- ✓ Sustentabilidad matemática
- ✓ Permite el análisis del problema por partes.
- ✓ Permite evaluar criterios cuantitativos y cualitativos, bajo una escala común.
- ✓ Requiere la participación de un grupo de personas que estén interesadas en el problema.
- ✓ Permite evaluar la consistencia y de ser necesario, realizar correcciones.

e) Comparaciones pareadas del AHP:

Este tipo de comparaciones es la base del método. Una vez definidos los criterios se les asignara un valor de prioridad con los cuales se puede “calificar” las preferencias del decisor. La escala utilizada es la siguiente:

**Tabla 21**

**Escala de preferencias para el método AHP**

<b>PREFERENCIA: Si el atributo es:</b>	<b>Calificación numérica</b>
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuerte y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuerte y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

**Fuente:**

Saaty, T.L., (1989), Decision Making, Scaling and Number Crunching. Decision Sciences, Vol.20, pp-404-409

#### 5.4.3. Desarrollo de propuestas.

Hasta hoy en día, la Universidad se ha dado a la tarea de generar procesos y oficinas que promuevan el desarrollo, seguimiento y apoyo a las investigaciones que puedan generar un conocimiento tecnológico, así mismo ha creado una coordinación que permita la vinculación entre los investigadores y las empresas que requieran algún tipo de conocimiento.

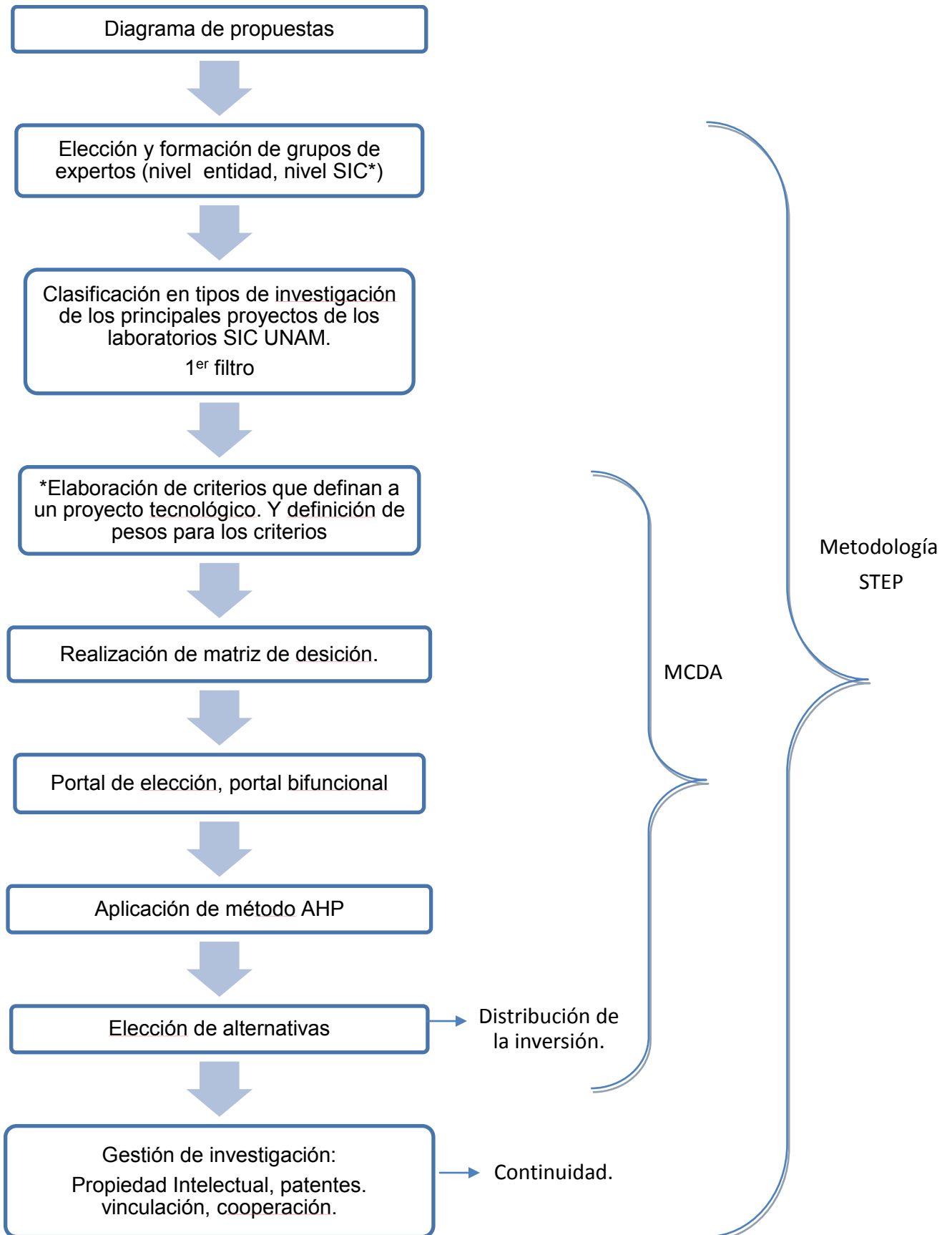
Sin embargo no ha logrado generar un procedimiento que permita seleccionar de entre la amplia gama de investigaciones, aquellas que tengan el potencial para pasar de una investigación científica básica a una investigación científica tecnológica, del mismo modo; en que el conocimiento que tiene sobre sus investigadores y la comunicación entre ellos, ha sido un poco deficiente.

El acercamiento que los investigadores tienen de cómo proceder ante los avances de su investigación, es poco.

Por tanto, en busca de lograr una gestión adecuada de los tipos de investigaciones existentes en la UNAM e identificar de manera temprana aquellas con posible potencial tecnológico y después de la investigación llevada a cabo en el presente trabajo, se presenta el siguiente diagrama con las propuestas ordenadas, que se generaron a lo largo de la investigación. En las siguientes páginas se desarrollara cada uno de los puntos.

#### **Figura 17**

#### **Diagrama de propuestas**



Se propone la adopción de la metodología STEP que permitirá dar seguimiento adecuado a todo el proceso de decisión mediante el cumplimiento de sus cuatro etapas:

- (I) Alcance y estrategia de evaluación
- (II) Preparación de la evaluación
- (III) Evaluación, resultados y reporte final
- (IV) Integración y despliegue.

### **Primera etapa: Alcance y estrategia de evaluación**

Formación de un grupo de expertos:

La UNAM tiene una enorme capacidad intelectual, debido a la presencia y preparación de los investigadores que laboran en cada uno de los laboratorios del SIC. Como se mencionó en los primeros capítulos, hoy en día la economía ha sido basada en el conocimiento, ya que la investigación científica es la base del desarrollo de innovación de un país.

Los científicos de la UNAM tienen en sus manos el poder de desarrollar investigaciones que impacten y beneficien a su sociedad. La ciencia además de ser un gusto y necesidad, es una esperanza.

Es natural que el quehacer científico sea tan bondadoso e inmenso, como lo es la curiosidad del investigador, sin embargo; es considerable que un esfuerzo en conjunto, siempre trae mucho mayores frutos que uno individual. El ser humano es un ser social por naturaleza.

Una redirección de las líneas de investigación, tomando en cuenta las necesidades sociales y participando en conjunto podrán traer, como consecuencia de esa suma de esfuerzos, un avance mayor en los temas de prioridad del país.

Por lo tanto se propone la formación y preparación de un grupo de expertos a nivel entidad (por cada instituto y centro de investigación) que sean capaces de:



- ✓ Transmitir a los investigadores que en esa identidad laboran, las necesidades sociales y de acuerdo a las capacidades, especialización y habilidades de los mismos, guiarlos en su posible contribución al avance de esos temas.
- ✓ Gestionar adecuadamente cada investigación, por ejemplo, debe saber cual es el procedimiento y momento adecuado para patentar, transferir o vincular lo conocimientos generados en la entidad.

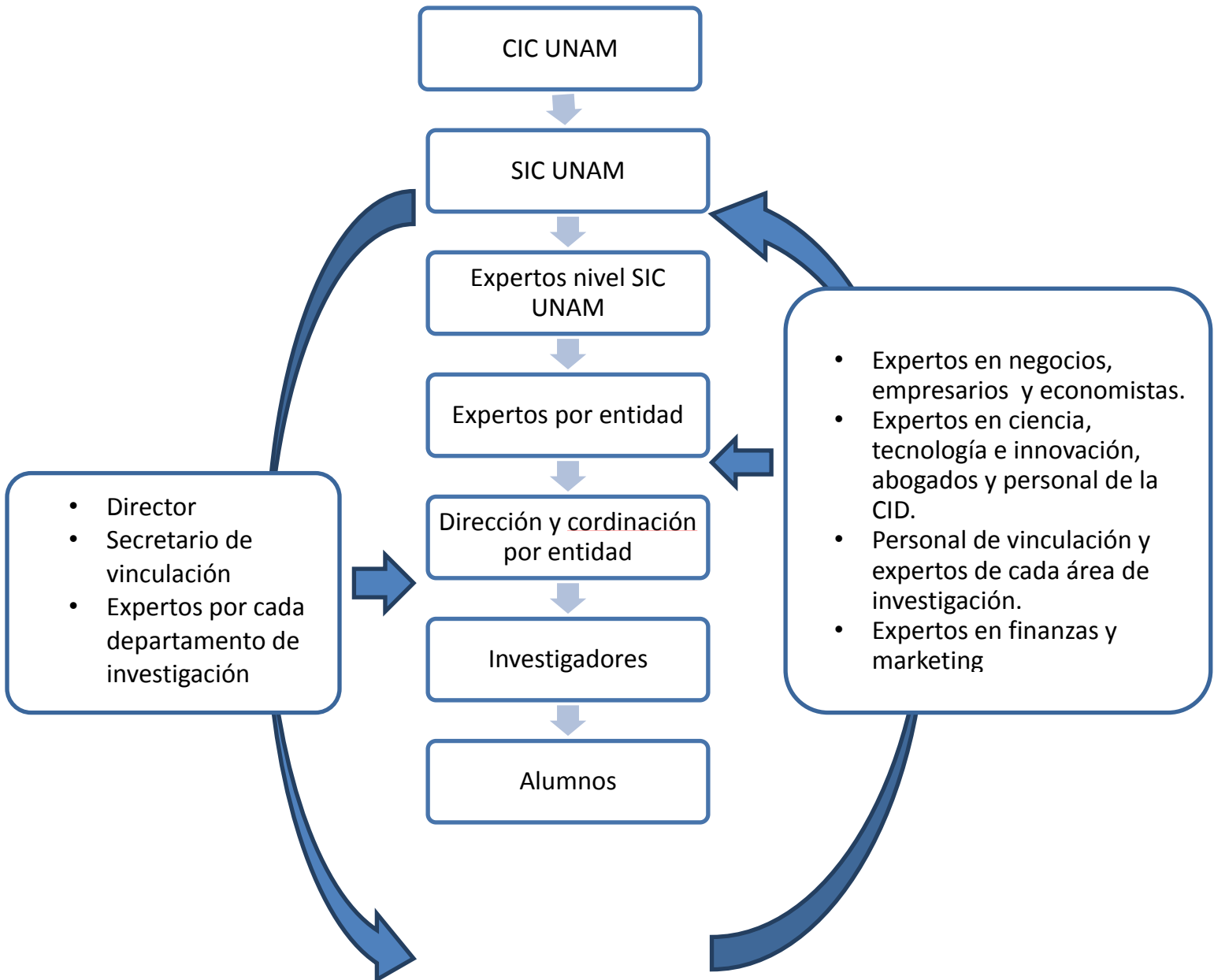
Dentro de las personas seleccionadas para la creación del pequeño grupo de expertos para cada entidad, además del director y el secretario de vinculación, deben incluirse personas expertas de cada uno los departamentos existentes dentro de la entidad. Cabe mencionar, que estos expertos serán personas especialistas o involucradas en el o las área(s) del conocimiento con las que cuenta cada entidad y por lo tanto, el conocimiento y las habilidades para gestionar investigaciones, deben adquirirse a través de una **capacitación general** de lo temas y procedimientos mas relevantes para ayudar, en primera instancia, a la potencialización de las investigaciones.

Una vez que la UNAM conozca sus tipos de investigación, por clasificación, se requerirá del conocimiento de un grupo de expertos (a nivel SIC) que pueda reconocer que investigaciones (estando en cualquier etapa de desarrollo), pueden tener un posible potencial tecnológico, este grupo debe incluir expertos de todas las áreas de investigación (científicas y sociales).

Para la selección, de los mismos, se proponen los perfiles descritos a partir de la página (47).

A continuación se presenta la Figura 18 en la que se ilustra un diagrama jerárquico donde se ubican los grupos de expertos y que incluye una sugerencia (personal) de los expertos que deberían incluirse en tales grupos (esta sugerencia debe ser aprobada y complementada por las autoridades responsables de este proyecto).

**Figura 18. Ubicación jerárquica de los grupos de expertos**



**Fuente:** Creación propia: Macías Mendoza Mariana.

## Segunda Etapa: Preparación de la evaluación

Clasificación en tipos de investigación:

Se propone el desarrollo de una herramienta electrónica (bifuncional) al alcance de los investigadores que permita una clasificación sencilla de los proyectos de acuerdo a los tipos de investigación que existe en la Universidad y al tiempo permita que todos los investigadores de SIC, estén enterados de lo que se hace en cada uno de los laboratorios.

Para lograr lo anterior se propone la siguiente estructura electrónica, generada a partir del análisis de las definiciones de los tipos de investigación:

Portal Web de clasificación para laboratorios de investigación:

### 1. Datos Generales

Entidad o dependencia.

Nombre del laboratorio.

Titular del laboratorio.

Número de proyectos en desarrollo.

Líneas de investigación desarrolladas, breve descripción.

### 2. Elección del proyecto representativo del laboratorio.

¿Cuál es el proyecto principal actualmente realizado en su laboratorio?

De un nombre corto a su proyecto:

Ejemplos: “Síntesis de nanotubos”

“Programa estadístico poblacional”

“Superconductores”

¿Cuál es el tiempo que lleva realizando este proyecto?

¿Qué personal colabora en el proyecto?

Académico, grado de estudios (Investigadores).

Estudiante:

Tesista:

Becario  
 Personal en realización de estancia  
 Colaboradores externos;  
 Sector educativo  
 Sector productivo

### 3. Clasificación:

Se propone la elaboración de preguntas y respuestas de opción múltiple (las cuales corresponderán a cada tipo de investigación). Basadas en las preguntas y respuestas centrales de la Tabla 22 (a consideración propia), es importante destacar que las preguntas deben redactarse de manera que permitan reafirmar las respuestas y clasificar adecuadamente cada proyecto.

**Tabla 22**

#### **Clasificación de proyectos según el tipo de investigación**

Pregunta	I. Básica	I. Aplicada	I. Tecnológica
¿Cuál es el objetivo principal del proyecto?	Conocer el fundamento de:___**___ Obtener un nuevo modelo de:___**___	Aplicar los conocimientos obtenidos en el análisis de un fenómeno, problema o sistema particular.	Desarrollar o mejorar un producto, método o sistema que cubra una necesidad de una población.
¿En que se apoya su proyecto de investigación?	Análisis de estructuras, propiedades o hechos experimentales	Análisis de conocimientos ya existentes o recién adquiridos y su adaptación o relación a un caso particular	Análisis de conocimientos ya existentes o recién adquiridos para el desarrollo, síntesis o fabricación de un sistema, producto o método.
¿Cuál es la finalidad del proyecto?	Obtener un nuevo modelo, método, ley o teoría.	Aplicar los resultados de la investigación para determinar nuevos métodos o formas de solucionar un tema específico.	A partir de los resultados de la investigación fabricar o desarrollar un producto, método o sistema para un problema relevante de una población.
	Generar nuevo	Posible aplicación de	Se realiza

Beneficio de la investigación	conocimiento sobre el tema o fenómeno estudiado bajo parámetros específicos	los conocimientos en un problema de interés	operativamente y para su comercialización, tecnologías resultado de la evolución de investigaciones aplicadas.
-------------------------------	---	---	--

**Fuente:**

Creación propia en base a la recopilación de datos recabados en la investigación.

**\*\*Se supondrá, que la herramienta será capaz de vincular la información y en este espacio aparecerá el objeto de estudio en el proyecto; “nanotubos”**

Nota: Las preguntas de evaluación deben ser redactadas y elegidas por el grupo de expertos a nivel SIC, las preguntas centrales aquí propuestas son sólo una sugerencia personal, resultado del análisis de las definiciones de los tipos de investigación y de la experiencia al realizar este trabajo.

4. Apartado de necesidades o requerimientos para los proyectos de los laboratorios (la finalidad de este apartado, es que la comunidad de investigadores y el sector público o privado, puedan conocer las necesidades que tiene cada laboratorio del SIC, de tal modo que sea posible en mayor medida, saber si existen por ejemplo, posibles vínculos de superación o préstamo de servicios. Es importante aclarar, que la existencia de estos requerimientos no es en busca de una adquisición directa:

- Requerimiento de Equipo:

Describa brevemente aquel equipo que requiere para la continuación de su investigación.

Nombre del equipo.

Características especiales.

Motivo del requerimiento

Comentario adicional.

- Requerimiento de conocimiento:

Describa brevemente el área de conocimientos especializados que le sería útil, trabajar en conjunto, para continuar con su investigación.

Área de especialidad

Características especiales.

Motivo del requerimiento

Comentario adicional.

(Idealmente la página debería aparecer el link de enlace a cada área de especialidad, por ejemplo si se seleccionó bioquímica, enseguida aparece un despliegue para conocer a aquellos especialistas registrados que podrían encajar con el perfil requerido).

- Requerimiento de personal:

Describa brevemente los requerimientos que tiene su laboratorio de personal:

Por ejemplo: Tesistas de maestría.

Características especiales.

Motivo del requerimiento

Comentario adicional.

#### 5. Colaboración con el sector público o privado:

Laboratorios del SIC UNAM:

Nombre del laboratorio

Entidad la que pertenece

Nombre del encargado del laboratorio

Requiere colaboración con agentes externos a la universidad:

Sector público:

Universidad, empresa, etc.

Caso: "vinculación con una empresa"

Tipo de empresa: “farmacéutica”

Motivo de la colaboración: “investigación básica del desarrollo de...”

Fecha de solicitud

Empresas:

Nombre de la empresa.

Sector de la industria al que se dedica.

Nombre del director de la empresa.

Nombre de quien solicita el requerimiento.

Tipo de empresa:

- Publica
- Privada
- Mixta

Nacionalidad.

¿Requiere servicios de investigación por parte de la universidad?

Área del conocimiento (especialización):

Describa los requerimientos:

Especificaciones especiales:

Fecha de solicitud:

### **Tercer etapa: Evaluación, resultados y reporte final**

Una vez realizada la creación y selección de un grupo de expertos por cada entidad (centro de investigación o instituto) y la creación de un grupo de expertos que ayude a la selección, dirección y gestión de los proyectos de posible potencial, que seleccionen aquellas investigaciones con potencial tecnológico desarrolladas en cualquier laboratorio del SIC, se propone:

El uso del Análisis Multicriterio de Decisiones basado en el método AHP, para la toma de decisiones, como herramienta de selección y despliegue de investigaciones de potencial tecnológico.

A continuación se desarrolla un ejemplo:

Se supone que en la identificación temprana de proyectos con posible potencial tecnológico deberían tener los siguientes criterios:

1. Alto grado de novedad
2. Aplicación industrial, dentro de este criterio se desarrollan subcriterios que son:
  - a) Que su competencia en el mercado sea poca.
  - b) Que se encuentre en un grado de desarrollo moderado (Se de prueba de la aplicación).
3. Un impacto moderado en el medio ambiente, durante el proceso de industrialización.
4. Costos que permitan recuperar la inversión y obtener regalías

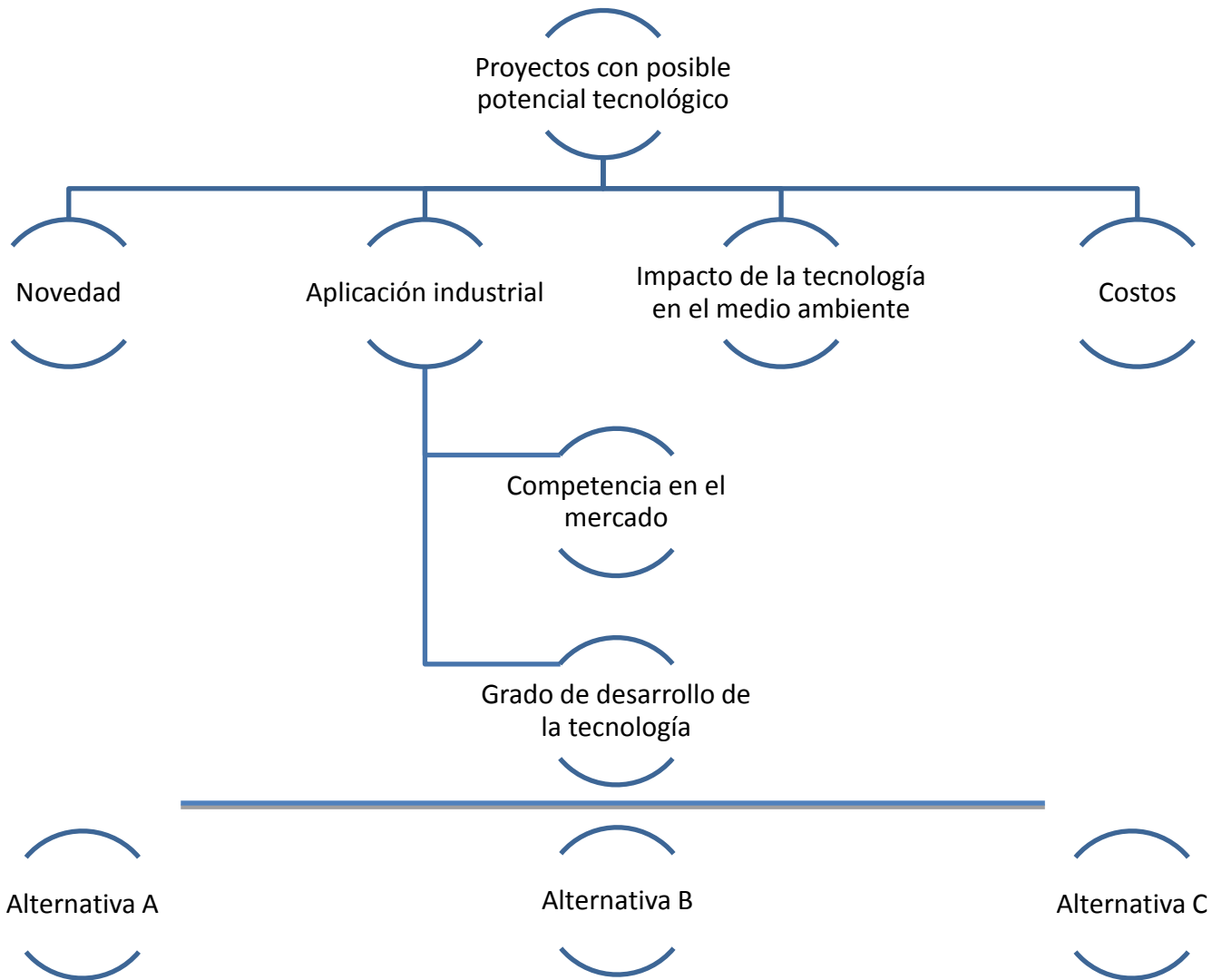
Después de una primera selección mediante la herramienta de clasificación y una posterior revisión por el grupo de expertos sobre las características de los proyectos, se supone se tienen 3 alternativas (A, B y C) que son investigaciones de diferentes laboratorios (es importante recordar que este proceso es aplicable para “n” número de proyectos con “n” número de criterios). Se utilizará el método AHP, identificar aquella opción que cumpla en mayor porcentaje con los criterios definidos por los expertos:

El diagrama de este proceso es el siguiente:



**Figura 19**

**Ejemplo de un diagrama AHP**



## Desarrollo del caso:

### Matriz de priorización de criterios

	Costos	Impactos al medio ambiente	Novedad	Aplicación industrial	Media geométrica	Normalización
Costos	1	3	1/3	1	1	0.1714
Impactos al medio ambiente	1/3	1	1/5	1/3	1/3	0.057
Novedad	3	5	1	1	3	0.514
Aplicación Industrial	1	3	1	1	1.5	0.2571
Suma					5.833	0.9995

### Matriz de priorización de subcriterios

Aplicación industrial	Calidad suelo	# municipios colindantes	Media geométrica	Normalización
Competencia en el mercado	1	3	1.5	0.6923
Grado de desarrollo de la tecnología	1/3	1	0.6665	0.3076
suma			2.1665	0.9999

Peso local de aplicación industrial= 0.2571

Peso global competencia en el mercado=  $0.2571 \times 0.6923 = 0.1779$

Peso global de grado de desarrollo de la tecnología=  $0.2571 \times 0.3076 = 0.0790$

Alternativas:

Matriz de evaluación de alternativas para el subcriterio:

Competencia en el mercado

	A	B	C	Media geométrica	Normalización
A	1	3	2	2	0.5454
B	1/3	1	1/3	0.6665	0.181
C	1/2	3	1	1	0.2727
suma				3.6665	0.9991

Matriz de evaluación de alternativas para el criterio:

Novedad

	A	B	C	Media geométrica	Normalización
A	1	1/3	3	1	0.2309
B	3	1	5	3	0.692
C	1/3	1/5	1	1/3	0.0768
suma				4.333	0.999

Como se puede observar en la matriz de priorización de criterios, el orden de influencia de los criterios es: novedad, aplicación industrial, costos e impacto en el medio ambiente.

Dentro de los subcriterios el de mayor influencia, de acuerdo a la matriz de priorización de subcriterios, en aplicación industrial es: competencia en el mercado y grado de desarrollo de la tecnología.

Establecimiento de prioridades finales.

V (A)=

$$(0.1714 \times 0.225 + 0.057 \times 0.375 + 0.514 \times 0.2309 + 0.1779 \times 0.5454 + 0.0790 \times 1/8) \times 100 = 28.55\%$$

V (B) =

$$(0.1714 \times 0.375 + 0.057 \times 0.275 + 0.514 \times 0.692 + 0.1779 \times 0.181 + 0.0790 \times 1/5) \times 100 = 48.36\%$$

V (c) =

$$(0.1714 \times 0.4 + 0.057 \times 0.35 + 0.514 \times 0.0768 + 0.1779 \times 0.2727 + 0.0790 \times 1/6) \times 100 = 0.18.96\%$$

En este caso la investigación con mayor potencial tecnológico es la que se denomina como B seguida de la A y finalmente de la C.

Evaluación de la consistencia para la matriz de juicios de impactos en el medio natural con RI=0.525

1	1/3	3	X	0.2309	=	0.6917	/	0.2309	=	2.99
3	1	5		0.692		1.7687		0.692		2.55
1/3	1/5	1		0.0768		0.2921		0.0768		3.80

Donde:

$$0.2309+0.2304+0.2304=0.6917$$

$$0.6927+0.6927+0.384=1.7694$$

$$0.0768+0.2384+0.0768=0.292$$

$$X_{\max}=3.11$$

$$CI=3.11-3/2=0.055$$

$$CR=0.055/0.525=0.10$$

CR=0.10 por lo tanto la matriz es consistente.

#### **Etapa 4. Integración y despliegue.**

Para esta etapa se propone:

La difusión del trabajo de la oficina de transferencia de tecnología dentro de la CID y su participación activa dentro del grupo de expertos de selección de los proyectos con posible potencial tecnológico. De tal manera que todo el proceso de protección y transferencia esté presente a lo largo del proceso de investigación y no sólo hasta que el investigador se acerca a la oficina. Es necesario que el investigador sea orientado a lo largo de su proyecto en este tipo de temas.

La continua revisión del portal Web, para conocer cuales son los nuevos proyectos que ingresan a las líneas de investigación de cada laboratorio. Para esto se considera necesario hacer obligatorio el uso de la herramienta (como requerimiento mínimo: actualizar sus proyectos), pues por muchas razones los investigadores no participan en el.

Tener un seguimiento continuo de aquellas investigaciones con potencial tecnológico, sobre su evolución y necesidades, así como la intervención interactiva

entre cada uno de los miembros del grupo de expertos seleccionado y el investigador.

Implementar programas de vinculación y cooperación interdisciplinaria para las investigaciones del SIC UNAM.

Crear programas que incentiven a los investigadores a crear proyectos con objetivos tecnológicos, generación de patentes y la innovación.

## 6. ESTUDIO DE CASO

### 6.1 El Instituto de Química

Con la autonomía de la Universidad Nacional en 1929, la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional creó la Sección de Ciencias con el propósito de impulsar la investigación científica, ofreciendo grados académicos de maestro y doctor en ciencias exactas, en ciencias físicas y en ciencias biológicas.

Con la reorganización de la Universidad en 1934 los estudios de ciencias de la Facultad de Filosofía y Letras cambiaron de adscripción. Las Secciones de Matemáticas, Física y Química pasaron a ser la Sección de Ciencias de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Para 1936 se fusionaron las Secciones de Matemáticas, Física y Química para ser enmarcadas en un Departamento de Ciencias.

En 1938 se impulsó el proyecto de creación de la Facultad de Ciencias y en ella se crearon diversos departamentos, entre ellos el de Química; que ofreció la posibilidad de ingresar a cursos de carácter avanzado que conducían directamente al doctorado. Para ingresar al programa se requería poseer título de alguna licenciatura de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas (inaugurada por el presidente Venustiano Carranza, en 1916 inicialmente bajo el nombre de Escuela Nacional de Industrias Químicas e incorporada bajo el nombre de Escuela Nacional de Ciencias Químicas a la Universidad Nacional en 1917), los estudios de doctorado tenían por objeto ampliar la preparación de los candidatos y el trabajo experimental se realizaba en el Instituto de Química.

El Instituto de Química se inauguró el 5 de abril 1941 en un sencillo acto. Así, por medio del apoyo del Colegio de México (continuidor de La Casa de España en México), la fundación Rockefeller y el Banco de México, inició la vida de este Instituto que se ofreció a la Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional, en ese entonces dirigida por el Dr. Fernando Orozco, para que toda la parte experimental requerida se realizara en este lugar.

En 1946 se estableció la Escuela de Graduados, integrada por diversos Institutos de la UNAM (entre ellos el de Química), así como por otras instituciones afiliadas, como el Colegio de México y diversos Hospitales e Institutos de Salud.

La Escuela de Graduados funcionó hasta 1956, año en que se reformó el Estatuto General de la UNAM. Con la reforma, las facultades pasaron a ser los espacios donde los estudios de posgrado deberían tener lugar.

Sin embargo el posgrado en química pasó a la Facultad de Química hasta el año de 1965, por lo tanto el Instituto de Química siguió manejando el posgrado en química entre 1945 y 1965. Ahí fue donde se dieron los cursos y se dirigieron los programas de doctorado en ciencias, con énfasis en química orgánica y más tarde en bioquímica (éste último tendría varias cosedes, como la Facultad de Medicina e Instituciones del Sector Salud y habría de tener sus primeros graduados ya en la Facultad de Química, después de 1965).

Muchas y muy variadas son las contribuciones que ha hecho el Instituto de Química al desarrollo de la ciencia que cultiva. En los primeros momentos de la expropiación petrolera, que coincide con su fundación, desarrolló la síntesis industrial del tetraetilo de plomo, el antidetonante que permitió comercializar las gasolinas en México y que dejó sin efecto el boicot internacional impuesto al país.

Una colaboración industrial importante que tuvo en sus inicios el Instituto, fue con la empresa de laboratorios SYNTEX, la empresa mexicana, creadora de la píldora anticonceptiva.

En el año 1950, Syntex abastecía hormonas esteroidales a diversas compañías farmacéuticas de Estados Unidos y de Europa, en busca de crecer su equipo, incorporaron a investigadores del Instituto de Química de la UNAM.

Syntex y el Instituto de Química iniciaron un mutuamente provechoso esquema de cooperación en donde el Instituto de Química proveía de recursos humanos y algunos materiales de laboratorio a Syntex, y la empresa a su vez apoyaba económicamente al Instituto, proporcionaba disolventes y reactivos, a la vez que

impulsaba el desarrollo científico y daba visibilidad internacional a sus investigadores. Así, los investigadores pasaban parte de su día en el Instituto y la tarde en Syntex y viceversa, y algunos estudiantes del Instituto realizaban su tesis de licenciatura en Syntex.

Otro logro hecho realidad nació a partir de los estudios sobre la alcalinidad del lago de Texcoco que llevaron a la fundación de la empresa Sosa Texcoco, cuyo éxito económico en la década de los años 70 es incuestionable.

Sin embargo, hoy día el Instituto de Química impulsado por sus formidables antecedentes, enfrenta una serie de retos que debe resolver con base a liderazgos científicos bien establecidos. Cuenta con cinco departamentos, los dos en los que tuvo su origen, Productos Naturales y Síntesis Orgánica, el departamento de Química Inorgánica con un perfil eminentemente orgánico, el departamento de Bioquímica y el de Físicoquímica. Su comunidad está formada mayoritariamente por expertos en Química, cuya formación es la base del Instituto y minoritariamente por académicos en otras disciplinas científicas que coadyuvan a la investigación en química.

El IQ cumple la obligación de impartir educación superior participando como entidad académica responsable de los programas de maestría y doctorado en Ciencias Químicas y del programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas. También cuenta con tutores del posgrado en Materiales y en su seno se desarrollan tesis de licenciatura, maestría y doctorado, instrumentos que junto con los proyectos de investigación buscan repercutir en la formación de personal calificado, agente de cambio de la sociedad mexicana.

## **6.2 Estadísticas del Instituto de Química**

A continuación se presenta una tabla que contiene un resumen estadístico del Instituto de Química obtenido de la Dirección General de Planeación UNAM.



**Tabla 23. Estadística básica del Instituto de Química**

Año	Total de investigadores	Técnicos Académicos	Proyectos financiamiento UNAM		Proyectos financiamiento externo		Patentes nacionales		Artículos Publicados	
			Concluidos	Proceso	Concluidos	Proceso	Otorgadas	Solicitadas	Nacionales	Internacionales
2009	65	28	45	67	3	19	1	1	5	113
2010	68	27	10	105	2	18	1	1	6	104
2011	67	31	2	87	6	10	2	indefinido	3	120
2012	67	34	22	103	8	0	0	5	15	84
2013	66	36	8	89	1	2	0	1	3	134

**Fuente:**

Creación propia en base al resumen estadístico del Instituto de Química UNAM. Dirección General de Planeación.

**Observaciones:**

El personal (investigadores y técnicos académicos),

Existe un número alto de artículos publicados en revistas internacionales pero no en revistas nacionales.

Los proyectos que tienen un financiamiento externo, son muy pocos. Mientras que los proyectos financiados por la UNAM son un gran número pero pocos son los que se concluyen cada año, esto demuestra que la investigación requiere esfuerzo y tiempo para generar resultados que permitan culminar un proyecto.

El número de patentes solicitadas anualmente son prácticamente nulas y es importante notar que en el año 2012 y 2013 se realizaron más solicitudes sin obtener ninguna. No existe registro de solicitud de patentes internacionales a excepción del año 2012 que se realizó una solicitud que fue rechazada.

### 6.3 Protocolo del caso

Es indudable que el Instituto de Química es una entidad con gran capacidad intelectual, en la que se han desarrollado muchas investigaciones y cada una de ellas dio grandes frutos acrecentando el conocimiento de la Química en México, pero también es cierto que por esas enormes capacidades de sus investigadores y de la ciencia misma de la que se habla, los beneficios de estas investigaciones pueden y deberían llegar hasta la sociedad.

Bajo este contexto se realizó el presente estudio de caso, que forma la segunda parte de este trabajo, buscando con ello responder la siguiente pregunta:

¿Cuál es la situación tecnológica de la investigación Química en el Instituto de Química de la UNAM?

Para la realización de esta segunda etapa, se siguió el siguiente proceso.

Se elaboró una lista con la información de cada investigador por cada departamento del Instituto de Química y se eligió a una muestra, no representativa estadísticamente (ya que el objetivo de este trabajo es la realización de una investigación cualitativa), para realizar la aplicación del protocolo de caso.

**Tabla 24. Número de investigadores entrevistados por departamento, Instituto de Química**

Departamento.	Total Investigadores	de	Personas entrevistadas
Departamento de Química de Biomacromoléculas	12		2
Departamento de fisicoquímica	11		1
Productos Naturales	15		2
Química Inorgánica	14		2
Química Orgánica	15		2

La elaboración del protocolo de caso se realizó tomando como base los siguientes manuales:

Manual de Frascati: Propuesta de norma práctica para encuestas de I+D. Y el manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación.

Y en base a las observaciones estadísticas del Instituto durante (2009-2013), por ejemplo; se redactaron preguntas para conocer por qué existe un número alto de artículos publicados en revistas internacionales y tan pocas solicitudes de patente. Recordando que estos dos parámetros son también indicadores de ciencia y tecnología.

El protocolo de entrevista se dividió por secciones y se presenta en este trabajo como Anexo 2.

### **6.3 Análisis del caso**

#### **Sección Introductoria**

La mayor parte de los investigadores que participaron en las encuestas dicen tener una visión y mentalidad de quien hace investigación básica, debido a su formación y trayectoria en el instituto. Sin embargo; sí buscan hacer algo por México y replantear su visión, pero la mayoría considera que son los jóvenes los encargados de cambiar el rumbo de la investigación y que son responsables de tener una visión más ambiciosa.

#### **Proyectos de laboratorio e innovación**

Los titulares del laboratorio definen las áreas de investigación con base en su formación (el tema que desarrollaron en la maestría y/o el doctorado) y hay poca movilidad hacia las líneas de investigación de problemas actuales.

Gran parte de la investigación se centra en la mejora de:

- Procesos de síntesis
- Propiedades físicas de los productos (solubilidad, toxicidad)

En los investigadores domina el deseo de conocer más el comportamiento de la naturaleza, pero actualmente están tratando de acercarse a la realidad y a los problemas sociales.

### **Financiamiento, material y equipo.**

Los investigadores consideran que el modelo de evaluación para mantener y renovar los apoyos otorgados por parte del CONACYT, incluye parámetros inadecuados, aunque creen que si se está buscando replantear la visión y volver más objetivo dicho modelo.

En la mayoría de los casos, aseguran que se reciben los apoyos suficientes, más no adecuados. Aseguran que cuentan con el suficiente material y equipo para la realización de sus proyectos, pero no el adecuado. En cuanto a los espacios, se indica que en muchos casos son inadecuados e incluso inseguros.

### **Patentes**

Sobre las patentes, opinan que procesos innecesarios y se considera que el costo de mantener la patente debería invertirse en realizar más ciencia básica. En la mayoría de los casos se desconoce los procesos y/o la existencia de la CID.

### **Colaboración**

No hay vinculaciones internas, ni externas. Pero se reconoce la necesidad de participar en grupos de trabajo.

La mayoría tiene conocimiento de la existencia de solicitudes de vinculación que llegan por parte de la CIC o la CID a la dirección del Instituto, de las cuales son muy pocas las que se realizan efectivamente por la falta de comunicación entre la dirección y los investigadores, aunque las razones principales son el desinterés por parte de los titulares de los laboratorios por la implementación de nuevos temas de investigación y la renuencia a trabajar con empresas.

### **Aplicación**

Reconocen que hacen totalmente ciencia básica y ven como consecuencia la aplicación a largo plazo de sus investigaciones no como un objetivo.

Consideran que la investigación química tiene el problema que la industria química se destruyó por políticas gubernamentales, hay poca investigación y apoyo

industrial en petróleo y minería, por ejemplo. Por lo cual han decidido hacer química que no dependa del entorno si no que sea universal.

### **Sección final**

Los investigadores afirman que no hay políticas que apoyen el desarrollo de investigaciones tecnológicas y que es deber del gobierno, la UNAM, Sistema Nacional de Investigadores, entre otros organismos reconocer de manera justa e impulsar la cuestión aplicada y la vinculación con la industria.

Se coincide con la visión que, actualmente, el crecer como investigador y su progreso está evaluado en la UNAM, el SNI y otros diversos programas de apoyo de acuerdo a parámetros tan subjetivos como el número de alumnos formados (en qué nivel), el número de artículos publicados en revistas de alto impacto y se considera que muchas veces estos números no dicen nada acerca de la contribución real de los proyectos, y que siempre se ha dado prioridad a modelos de evaluación prácticos debido al número tan grande de proyectos que se deben evaluar, sacrificando la objetividad por la comodidad en la evaluación.

Se coincide con la siguiente frase:

“Los políticos no saben ciencia, no reconocen que varios problemas se resuelven con ciencia”

Y finalmente se sabe de la existencia de reuniones por parte de la dirección con algunos de los investigadores, como parte del acercamiento a las necesidades, inquietudes de los investigadores.

¿Cuál es la situación tecnológica de la investigación Química en el Instituto de Química de la UNAM?

El Instituto de Química es una entidad que cuenta con el equipo e infraestructura para que los investigadores desarrollen sus proyectos, sin embargo el espacio para desarrollarlos en muchos casos es pequeño e insuficiente.

Los investigadores reconocen en su mayoría, que desarrollan totalmente proyectos de ciencia básica y que las líneas de investigación que siguen son muy distintas en cada laboratorio, sujetas a la experiencia y el deseo de cada titular.

Dentro de sus objetivos, la aplicación y la innovación de productos o procesos son cosas secundarias y las patentes en su mayoría son procedimientos que para los investigadores son innecesarios y costosos, pues la remuneración económica que pueden obtener una vez que esa patente es licenciada a una empresa, es un proceso largo e inseguro.

Manifiestan la falta de tiempo (debido a que además de sus investigaciones), ellos mismos deben darse a la tarea de dirigir alumnos, abastecer el laboratorio, realizar reportes, escribir artículos y otras actividades. Por lo que la posibilidad de realizar investigaciones paralelas sobre temas innovativos es imposible.

Pero además existe el miedo a realizar investigaciones innovativas (por cuestiones económicas) debido a el riesgo que ello implica, pues es evidente que llevaran más tiempo en realizarlas y sin un resultado seguro. Si la investigación “fracasa” pueden perder apoyos como el que ofrece el Sistema Nacional de Investigadores o la presencia en revistas internacionales, y por ello consideran que no están dispuestos a invertir su tiempo, esfuerzo y dinero en temas que probablemente no tendrán los beneficios que sus actuales líneas de investigación les proveen.

Tomando en cuenta los puntos anteriores, la situación tecnológica en el Instituto de Química, en el marco en que se desarrollo esta investigación, es prácticamente nula, la investigación básica ocupa casi el 100% de los proyectos que son desarrollados en esta entidad y a pesar de el reconocimiento de la necesidad de investigaciones tecnológicas, los titulares aun aún no han decidido iniciar en su laboratorio, investigaciones de este tipo. En su lugar, definen a los jóvenes como los encargados del emprendimiento de este nuevo enfoque.

Se conserva la renuencia a la vinculación con la industria sosteniendo la idea de que las políticas gubernamentales han hecho que la industria química no se desarrolle, ni se valore como debe. Defienden la idea de que existe un choque entre sus objetivos e intereses y los de las empresas (aseguran que el primer y único objetivo de las empresas es el dinero, contrario al primer objetivo que todos

los científicos manifiestan como primordial: acrecentar el acervo del conocimiento, sin ningún interés económico).

#### **6.4 Propuestas del caso**

Es necesario que las autoridades del Instituto reconozcan que existe una falta de espacios seguros y adecuados para los investigadores, que hay espacios inadecuados para colocar equipo especializado y que dificultan el trabajo, delimitando las actividades del personal (alumnos) por el factor espacio. se limita por el factor espacio. En este sentido se buscar el desarrollo de espacios más aptos y seguros para el trabajo de los científicos y su personal (es obligación del personal administrativo buscar y solicitar el apoyo necesario para solucionar este punto).

El investigador debe replantear la idea de incluir entre sus trabajos el desarrollo de una investigación tecnológica, al tiempo en que continúan con los proyectos más relevantes del laboratorio. Y redefinir la manera de elegir sus líneas de investigación, esto incluye la disposición de los mismos a escuchar sugerencias, asistir a reuniones y platicas de las necesidades sociales del país.

Se debe considerar la idea de incluir personal que se encargue de las cuestiones de abastecimiento, cuidado y disposición de los materiales necesarios para los laboratorios; esto por la observación que se realizó de la falta de tiempo que tienen los investigadores.

En general debe haber un mejoramiento de la comunicación interna, modos de trabajo y cooperación entre los investigadores del Instituto, pues se encontró que los investigadores desconocen las investigaciones que se están llevando a cabo en dentro de la institución.

Es importante tratar de de incluir en el Instituto mayor presencia de investigadores con diferentes formaciones; I.Q., QFB., Q.A, IQM, en proyectos que no superen las capacidades de la entidad.

Es necesario solicitar que la CID imparta cursos básicos de los procedimientos que la UNAM sigue para lograr procesos de protección y vinculación (haciendo obligatorio la asistencia del personal del Instituto a dichos cursos)

### **6.5 Conclusiones del caso**

Es primordial reconocer que a lo largo de los años el desarrollo de la ciencia básica en México y en todo el mundo ha sido de vital importancia, pues es la base de todas las tecnologías actuales.

Es deber de cada uno de los científicos (y en particular aquellos que la UNAM resguarda), reconocer la importancia de la innovación y su capacidad de desarrollar investigaciones que puedan, además de incrementar el acervo de conocimiento, ayudar a mejor a México y a su sociedad.

Reconocer que ser Químico, en cualquiera de sus áreas de especialidad, además de ser un orgullo, es una responsabilidad enorme. Formarse en esta carrera permite tener una gran posibilidad de hacer proyectos competentes, de los cuales la finalidad no es el dinero (si es verdad que las empresas es lo único que buscan, la visión del científico no se contaminará de ella, pues al final, la contribución es hacia lo que nos hace ser seres humanos, nuestra sociedad).

Si bien, la industria química ha desaparecido, no es justificación para que los científicos de esta área dejen de trabajar por renovar esa intención de hacer verdadera Química en México, no es necesario ir a otro país para encontrar una oportunidad que en años pasados sus científicos lucharon por conseguir.

Es cierto que la misión de los jóvenes es desarrollar de manera activa, ambiciosa y responsable cada una de sus investigaciones, sin embargo; también lo es de las personas que son responsables de guiar a los jóvenes hacia ese camino. Por lo tanto, el cambio nace de todos, independientemente de las edades, formaciones y costumbres.

La importancia de un grupo de trabajo y la vinculación recae en reconocer que el trabajo en conjunto entre especialistas del tema, contribuirá a un avance mucho



mayor, lo cual, llevaría más tiempo si cada quién investiga cosas diferentes (igualmente importantes).

Finalmente se reconoce que el Instituto de Química cuenta con personal de altas capacidades, habilidades y en muchos de los casos con gran experiencia.

También se reconoce el esfuerzo por parte de la dirección de tratar de mejorar la (comunicación interna y externa) y el reconocimiento e impacto del Instituto dentro de la Universidad. Así como la iniciativa de implementar dentro del mismo, el deseo y desarrollo de la Química aplicada.

Y de manera personal se agradece la disposición, colaboración y amabilidad de cada uno de los investigadores que participaron en este trabajo, la mayoría de los cuales tienen interés por implementar visiones de cambio.

## 7. CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se reconoció que actualmente, la ciencia, la tecnología y la innovación son factores clave en el desarrollo económico y social de un país, se identificó que existe una relación proporcional entre los altos niveles en los principales indicadores de ciencia y tecnología y el grado de desarrollo de un país.

México esta en un proceso de reconocimiento del valor de la ciencia y sus científicos, haciendo un esfuerzo (que aún debe crecer) por incentivar la investigación.

En este sentido la UNAM a través de la CIC buscan generar propuestas que mejore el estado de sus investigaciones, permita acoger, proteger y dirigir a sus científicos en las diferentes etapas de proyectos que coadyuven al progreso nacional.

Actualmente, existe una necesidad por potencializar las investigaciones de la Universidad, para ello se requiere del esfuerzo de cada uno de los investigadores por participar en procesos innovativos y tecnológicos. Así como reestructurar los procesos de comunicación interna en la Universidad e integrar esfuerzos aislados en un sistema organizacional efectivo.

En este trabajo, cuyo objetivo principal es proponer una metodología de identificación temprana del potencial tecnológico de una investigación científica para el SIC UNAM, se realizó una búsqueda exhaustiva donde fueron localizadas las mejores Universidades para conocer su estrategia de gestión de la investigación que les permite poder acoger desde una etapa temprana una posible tecnología. Se investigó el estado actual de la UNAM en dicho proceso, sus necesidades y sus capacidades. Ambos procesos desembocaron en la elección y adaptación de múltiples metodologías: STEP, MCDA Y AHP para realizar un proceso temprano de identificación investigaciones tecnológicas en el SIC UNAM.

Se incluyeron propuestas auxiliares para la evaluación y elección de los proyectos, por ejemplo; la creación de grupos de expertos que es fundamental

para poder asegurar buenas decisiones en la elección de los proyectos de investigación, (pues gran parte del éxito del proceso esta basado en la elección de criterios por parte de los expertos) así como la redefinición de las líneas y áreas de investigación específicas.

Y la creación de un portal web que permita satisfacer la necesidad de establecer vínculos de cooperación y comunicación que permitan mejorar el desarrollo de la investigación hacia una transformación tecnológica.

De manera general, el proceso de desarrollo tecnológico, la presencia, el progreso de la ciencia y su gestión, dependen totalmente de la disposición del investigador, de su manera de relacionarse, su visión, estructura y disponibilidad al cambio. Por ello, cualquier intento por realizar procesos de vinculación, modelos de comunicación y gestión de investigación fracasará si no hay un cambio de mentalidad por parte de toda persona que participa activamente en este enorme y maravilloso proceso (interno) de investigación incluyendo a los directivos, coordinadores, administrativos, investigadores y alumnos.

La investigación tecnología puede hacer mucho en el progreso del país y de la sociedad, tomando en cuenta que la investigación básica es aquella que sienta las bases del conocimiento, se debe reconocer que es posible y necesario moverse dentro de estos dos enormes mundos de la investigación.

Finalmente, se logró realizar una propuesta de identificación temprana del potencial tecnológico de una investigación científica y de manera particular el estudio de caso respondió a su pregunta inicial.

#### **Nota Final:**

La realización del diagnostico “Sistema de enlace de los laboratorios Nacionales, Universitarios y Certificados del SIC de la UNAM”, se realizó con cooperación del Ing. Norman Javier Alcántara, quién colaboro con la CIC, de manera especial para tal proyecto.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, M., & Coronado, D. (2006). Las relaciones ciencia-tecnología. (1 ed.). Junta de Andalucía. Obtenido de:  
<http://books.google.com.mx/books?id=nfzyJZXrgq8C&pg=PA13&dq=investigacionbásicayaplicada&hl=es&sa=X&ei=OFpYUvHIM4O29QSBuoDwCA&ved=0CEcQ6AEwBTgK>
2. Áreas G., F. (2006). El proyecto de la investigación. (5 ed.). Venezuela: Episteme. Obtenido de:  
[http://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=y\\_743ktfK2sC&oi=fnd&pg=PA11&dq=investigacionbasica&ots=sDuqGAX0Jj&sig=PvcQdRrKiXS\\_F8St7Noc\\_H8ZuP0](http://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=y_743ktfK2sC&oi=fnd&pg=PA11&dq=investigacionbasica&ots=sDuqGAX0Jj&sig=PvcQdRrKiXS_F8St7Noc_H8ZuP0)
3. Arq. M. Gerardo Fernández Guerrero. Metodología de la investigación. Unpublishedraw data, Universidad de Londres, Querétaro.
4. Asociación de Administradores Universitarios de Tecnología (AUTM) y la Academia Nacional de Inventores, U. D. O. (1991). Ecosistema empresarial. <http://www.ohio.edu/research/tto/About-Us.cfm>
5. Bandarian, R. (2007). Evaluation of commercial potencial of a new technology at early stage of development. *Journal of Technology Management & Innovation*, 2(4), 1-13. doi: ISSN: 0718-2724
6. Barba-Romero, S., Pomerol, J.Ch., (1997), Decisiones Multicriterio. Fundamentos Teóricos y Utilización Práctica. Servicio Publicaciones Universidad de Alcalá. Madrid.
7. Belton, V., Stewart Th., (2002), "Multiple Criteria Decision Analysis. An Integrated Approach". Kluwer Academic Publishers.
8. C. A. D. I. Y. E. (1995). Planificación y gerencia de la investigación forestal. (Vol.2). Viena, Austria: IUFRO. Obtenido de:

9. Campbell, D.T. y Stanley, J.C. (1973): Diseños Experimentales y Cuasi-experimentales de Investigación. Buenos Aires: Editorial Amorrortu.
10. Carl McDaniel, R. G. (2005). Investigación de mercados. (6 ed.). México D.F.: Thomson. Obtenido de:
11. Carmona, H. (n.d.). Metodología de la investigación. Obtenido de: <http://www.slideshare.net/HernanCarmona/que-es-investigacin-tecnologica>
12. Cegarra Sánchez, J. (2011). Metodología de la investigación científica y tecnológica. (2 ed.). Madrid, España: Díaz de Santos. Obtenido de: <http://books.google.com.mx/books?id=XG4KMFNnP4C&pg=PA50&dq=investigaciontecnologica&hl=es&sa=X&ei=V2BYUrnrbqP0yQGLqIE4&sqi=2&ved=0CDcQ6AEwAg>
13. Cegarra Sánchez, J. (2102). La investigación científica y tecnológica. Madrid, España: Díaz de Santos. Obtenido de: <http://books.google.com.mx/books?id=9H92x1jVqrgC&printsec=frontcover&dq=investigaciontecnologica&hl=es&sa=X&ei=V2BYUrnrbqP0yQGLqIE4&sqi=2&ved=0CDIQ6AEwAQ>
14. Chamizo, J., Garritz, A., & Dray, M. (2007). Memory and History: The Mexican Community of Chemists Tells Its Story. 6 TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE HISTORY OF CHEMISTRY. Mexico: The British Society for the history of chemistry.
15. Consejos de Investigación del Reino Unido (RCUK). (2009). Declaración de desarrollo investigador. Obtenido de: <http://www.kcl.ac.uk/study/pg/school/training/other-info/RDF.aspx>
16. Det Norske Veritas AS. (n.d.). Qualification of new technology. Retrieved from <http://www.dnv.com.ar/>
17. Educational Psychology. The University of Texas at Austin. Kerlinger, F.N. (1982): Fundamentos de la Investigación del Comportamiento. México: Nueva Editorial Interamericana.

18. EscorsaCastells, P., & Valls Pasola, J. (2003). Tecnología e innovación en la empresa. Barcelona: POLITEX. Obtenido de:  
<http://books.google.com.mx/books?id=vFZsgeizTO8C&pg=PA28&dq=investigacionbasicayaplicada&hl=es&sa=X&ei=AV9YUpvQFcnlyAGqj4CoCw&ved=0CCwQ6AEwADgo>
19. F. Martínez, S., & Guilaumin, G. (2005). Historia, filosofía y enseñanza.. México D.F.: UNAM, Instituto de investigaciones filosóficas. Obtenido de:  
<http://books.google.com.mx/books?id=Ho3mYnZoc1oC&pg=PA296&dq=investigacionbasicayaplicada&hl=es&sa=X&ei=aFdYUvmGJJT89gSG04DwBw&ved=0CEwQ6AEwBQ>
20. García, J. V. (2010). Gestión de la innovación empresarial. (1 ed.). España: NETBIBLO. Obtenido de:
21. Gómez, Pérez-Mitré, G. (1973). Family life styles and parental attitudes in Mexico and the United States. Thesis, M.A.
22. Hill, J. W., & K. Kolb, D. (1999). Química para el nuevo milenio. (9 ed.). México D.F.: Prentice Hall. Obtenido de:  
<http://books.google.com.mx/books?id=B6LAqCoPSeoC&pg=PA137&dq=investigacionbasicayaplicada&hl=es&sa=X&ei=aFdYUvmGJJT89gSG04DwBw&ved=0CGMQ6AEwCQ>
23. Historia. (n.d.). Revisado Mayo 7, 2015, de  
<http://www.iquimica.unam.mx/index.php/historiaiq-alias>
24. [http://books.google.com.mx/books?id=IZVXqbwE6MC&pg=PA24&dq=investigacionbasicayaplicada&hl=es&sa=X&ei=P15YUqnfH\\_HeyQH\\_zYGwBQ&ved=0CE4Q6AEwBzge](http://books.google.com.mx/books?id=IZVXqbwE6MC&pg=PA24&dq=investigacionbasicayaplicada&hl=es&sa=X&ei=P15YUqnfH_HeyQH_zYGwBQ&ved=0CE4Q6AEwBzge)
25. <http://books.google.com.mx/books?id=oNAOQAAlAAJ&pg=RA1-PA72&dq=investigacionbásicayaplicada&hl=es&sa=X&ei=YF1YUpJhww7IAefsgagE&ved=0CFAQ6AEwCDgU>

26. <http://books.google.com.mx/books?id=tAUM5u2Y9EC&pg=PA10&dq=investigacionbásicayaplicada&hl=es&sa=X&ei=aFdYUvmGJJT89gSG04DwBw&ved=0CEQQ6AEwBA>
27. <http://books.google.com.mx/books?id=WSkyOx2EZAC&pg=PA282&dq=investigacionbasicayaplicada&hl=es&sa=X&ei=OFpYUvHIM4O29QSBuoDwCA&ved=0CEEQ6AEwBDgK>
28. ITESCAM. (n.d.). Tipos de investigación. Obtenido de: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r92485.PDF>
29. Jain, R. K., A. O. Martyniuk, M. M. Harris, R. E. Niemann, and K. Woldman, "Evaluating the Commercial Potential of Emerging Technologies", International Journal of Technology Transfer and Commercialization, Vol. 2, No. 1, 2003, pp. 32-50.
30. Jaramillo, H., Lugones, G., & Salazar, M. (2001). Manual de bogota. (3 ed.).
31. King's College London, O. D. I. E. I. (2010, Agosto). Transferencia de tecnología: procesos y consideraciones. Obtenido de: <http://www.kcl.ac.uk/innovation/index.aspx>
32. Krajewski, L. (2000). Administración de operaciones. (5 ed.). México D.F.: Pearson. Obtenido de: <http://books.google.com.mx/books?id=B6LAqCoPSeoC&pg=PA137&dq=investigacionbasicayaplicada&hl=es&sa=X&ei=aFdYUvmGJJT89gSG04DwBw&ved=0CGMQ6AEwCQ>
33. OCDE. (2002). Manual de Frascati. Paris: FECYT.
34. OCDE. (2003). Manual de Oslo. (3 ed.). España: tragsa.
35. Pinheiro, S., & Machado, M. (2007). O estudo do tema comunicacãocientífica e tecnológica no brasil: tendências e perspectivas na área de ciência da informação..Brazil: Universidade de Brasília.
36. Quiñones Montellano, A., & Tezanos Vázquez, S. Ayuda oficial al desarrollo científico tecnológica: Una evaluación macroeconómica de la distribución

geográfica y sectorial. Universidad de Cantabria: REVISTA DE ECONOMÍA MUNDIAL.

37. Real Academia Española. (n.d.). Diccionario de la lengua española. Obtenido de: [http://lema.rae.es/drae/?val=investigacion básica](http://lema.rae.es/drae/?val=investigacion_b%C3%A1sica)
38. Reza Bandarian. (2007). Evaluation of commercial potential of a new technology at the early stage of development with fuzzy logic. *J. Technol. Manag. Innov*, 2(4).
39. Roberto, H. S. (1998). Metodología de la investigación. (2 ed.). México.: McGraw Hill.
40. Rodeiro- Pazos., D. & Calvo- Babio, N. (2012). El rol de los parques científico-tecnológicos en el emprendimiento universitario. propuesta de un catálogo de indicadores de evaluación. *Globalización, competitividad y gobernabilidad*, 6(2), España.
41. Saaty, T.L., (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw Hill, New York.
42. Saaty, T.L., (1989), *Decision Making, Scaling and Number Crunching*. *Decision Sciences*, Vol.20, pp-404-409.
43. Saaty, T.L., (1990), *How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process*. *European Journal of Operational Research*, 48, pp. 9-26.
44. Saaty, TL., (2008), *Relative Measurement and its generalization in decision making. Why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors. The Analytic Hierarchy/Network Process*. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales RACSAM* 102(2):251-31
45. Sarah, B. (2007). *Standardized technology evaluation process (step) user's guide and methodology for evaluation teams*.
46. Syntex S.A. *Una corporación y una molécula. Historia de la investigación en Syntex*. (México: Syntex, 1967)



47. Tévni Grajales G. (27, 03 2000). Tipos de investigación. Obtenido de:  
[http://www.iupuebla.com/Maestrias/M\\_E\\_GENERO/MA\\_Maestria\\_Genero/Jose\\_Miguel\\_Velez/Tipos de investigacion.pdf](http://www.iupuebla.com/Maestrias/M_E_GENERO/MA_Maestria_Genero/Jose_Miguel_Velez/Tipos de investigacion.pdf)
48. The University Of Toronto. (2012). Strategic research plan 2012-2017.  
Obtenido de: <http://www.utoronto.ca/>
49. Torres, E., & Esteve, R. (2006). Estructura de mercados turísticos. (1 ed.).  
Barcelona: UOC. Obtenido de:
50. UCL. (n.d.). The ucl research strategy 2011. Obtenido de:  
<http://www.ucl.ac.uk/>
51. University Ohio. (n.d.). The entrepreneurial ecosystem. Obtenido de:  
<http://www.ohio.edu/>
52. Zikmund, W., & Babyn, B. (2000). Investigación de mercados..(9 ed.).  
México D.F.: CengageLearning. Obtenido de:  
<http://books.google.com.mx/books?id=cnWIF6H89PQC&pg=PA6&dq=investigacionbasicayaplicada&hl=es&sa=X&ei=OFpYUvHIM4O29QSBuoDwCA&ved=0CDAQ6AEwATgK>

## ANEXO 1

Universidades Internacionales de las cuales se realizó un estudio de su proceso de investigación:

Universidad de Harvard	Instituto tecnológico de Zurich
Instituto tecnológico de Massachusetts	(Universidad de São Paulo (USP))
Universidad de Stanford	Universidad de San Diego
Universidad Cornell	California
Universidad de Michigan	
Universidad de California Berkeley	
Universidad de Washington	National Taiwan University
Universidad de Minnesota	Universidad del norte de Carolina Chapel Hill
Universidad de Pennsylvania	Peking University / 北京大学
Universidad de Texas Austin	Universidad colegio de Londres
Universidad de Wisconsin Madison	Universidad de Chicago
Universidad de Pennsylvania	Universidad de Pittsburgh
Universidad de los Angeles, California (UCLA)	
Universidad de Toronto	Universidad de Ohio
Universidad Yale	Universidad de Arizona
Universidad de Oxford	
Universidad de Cambridge	Universidad de Helsinki / Helsingin yliopisto
University of British Columbia	Universidad de Virginia
	Tsinghua University China / 清华大学
Universidad de Illinois Urbana Champaign	California
Universidad de Michigan	Universidad de California Davis
Universidad de New York	
Universidad de Florida	
Universidad de Princeton	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
MEXICO  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA  
FACULTAD DE QUÍMICA  
INSTITUTO DE QUIMICA

ESTUDIO DE CASO:

¿Cuál es la situación tecnológica de la investigación Química en el instituto de Química?

LABORATORIO:

INVESTIGADOR:

Tutor: Dr. José Sabino Sámano Castillo.

Alumna: Macías Mendoza Mariana.

## **I: PREGUNTAS INTRODUCTORIAS.**

¿Cuál es su ideología sobre la ciencia básica, la aplicada y la tecnológica?

¿Considera que un instituto como lo es el Instituto de Química tiene la capacidad e instrumentación para realizar ciencia aplicada?

¿Cree usted que los investigadores deberían dirigir su trabajo hacia los problemas que hay en la sociedad o en busca de sus propios intereses?

¿Considera adecuado que las nuevas generaciones se transformen hacia ayudar a su sociedad mediante investigación aplicada?

¿Usted como investigador, tutor y/ docente como dirige a los estudiantes?

## **II: PROYECTOS LLEVADOS A CABO EN CADA LABORATORIO.**

Podría hablarme un poco sobre sus líneas de investigación.

¿Cómo o por qué decidió iniciar en su línea de investigación? (En base a qué)

¿Como dirige su investigación? (Cual es su proceso de investigación)

¿Cuáles son los objetivos del proyecto a corto y o largo plazo?

¿Que opina sobre una reorientación de las líneas de investigación definidas en base a estudios y requerimientos sociales?

## **III: FINANCIAMIENTO; MATERIAL Y EQUIPO.**

¿Cuál es la fuente de financiamiento del proyecto?

¿Cuenta usted con el presupuesto suficiente para sustentar el proyecto hasta su objetivo final?

¿Cuenta usted con el equipo necesario para desarrollar el proyecto hasta su objetivo final?

¿Considera adecuado el apoyo del CONACYT hacia proyectos tecnológicos?

¿Forma parte del SNI? ¿De qué manera influye en su investigación, el requisito de tener publicaciones cada año (requisito del SNI)?

#### **IV: INNOVACIÓN**

¿La(s) línea(s) de investigación que esta trabajando son con base en artículos ya publicados?

¿Los compuestos o métodos que usted utiliza o esta tratando de obtener existen ya reportados en el mundo (quizá esta buscando mejorar los rendimientos, o una nueva metodología)?

#### **V: PATENTES**

¿Sabe de la existencia de la Coordinación de Innovación y desarrollo de la UNAM? Si, sí. ¿Conoce el proceso de coordinación de innovación?

¿Alguna vez ha solicitado o cuenta con alguna patente?, ¿Por qué solicito la patente, con qué finalidad? (que su producto ya llegue a la industria o para proteger el conocimiento que usted ya adquirió).

¿Le parece adecuado el proceso de la coordinación para la solicitud de patentes?

¿Asistiría a una visita informativa de la coordinación de innovación?

#### **VI: COLABORACIÓN**

¿Cree usted que es necesaria la colaboración entre las universidades, las empresas y el gobierno?

¿Tiene conocimiento de otros laboratorios que tengan, compartan el interés o trabajo similar a este fenómeno, relación o principio (colaboraciones posibles)?

¿Ha trabajado con alguna empresa o investigador de la UNAM o externo? ¿Por qué motivo y de qué manera?

Si la respuesta es negativa. ¿Estaría usted dispuesto a trabajar en colaboración con algún otro laboratorio y/o empresa?

## **VII: APLICACIÓN**

¿Cree usted que es fundamental conocer las necesidades sociales, antes de iniciar un proyecto de investigación?

¿Considera usted que su investigación podría generar resultados aplicables, en qué grado?

## **VIII: PREGUNTAS FINALES**

Existen indicadores de ciencia y tecnología, como lo son, el número de patentes, artículos publicados, gasto en I+D. ¿Cómo considera esta manera de evaluación de la ciencia?

¿Cómo clasificaría usted su investigación; básica, aplicada o tecnológica?

